

DIEGO RIZZO

**MÉTODO PARA ESTIMATIVA HOMENS-HORA NA DETERMINAÇÃO
DE PESSOAS A BORDO PARA OPERAÇÕES EM TOPSIDES**

SANTOS

2020

DIEGO RIZZO

**MÉTODO PARA ESTIMATIVA HOMENS-HORA NA DETERMINAÇÃO
DE PESSOAS A BORDO PARA OPERAÇÕES EM TOPSIDES**

Trabalho de graduação no curso de engenharia de petróleo do Departamento de Engenharia de Minas e de Petróleo da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo.

Área de Concentração: Engenharia de Petróleo

Orientador: Dr. Ricardo Cabral de Azevedo

SANTOS

2020

FICHA DE CATALOGAÇÃO

Rizzo, Diego

**MÉTODO PARA ESTIMATIVA HOMENS-HORA NA
DETERMINAÇÃO DE PESSOAS A BORDO PARA OPERAÇÕES
EM TOPSIDES / D. Rizzo – São Paulo, 2020.**

118 p.

**Trabalho de Formatura – Escola Politécnica da Universidade
de São Paulo. Departamento de Engenharia de Minas e de
Petróleo.**

- 1. Montagem e integração de sistemas sobre topsides**
 - 2. Pessoas a bordo I. Universidade de São Paulo. Escola
Politécnica. Departamento de Engenharia de Minas e de Petróleo**
- II.t.**

AGRADECIMENTOS

Dedico este trabalho aos meus amigos e familiares, pelo apoio e incentivo ao longo do meu processo de formação pessoal e acadêmica.

RESUMO

Com o impulsionamento das atividades de exploração de hidrocarbonetos *offshore* no mundo, tornou-se intensiva a fabricação de plataformas que fornecessem infraestrutura para viabilizar a produção de campos exploratórios em fase de desenvolvimento. Um projeto de exploração *offshore* é basicamente composto por instalações de plataformas e sistemas marítimos que objetivam conectar poços, previamente perfurados e completados, através de arranjos *subsea's* (*risers*, árvores de natal, oleodutos e gasodutos). O arranjo de uma plataforma, seja ela projetada para a exploração em águas rasas, profundas ou ultra profundas, é segmentada em módulos de produção, tratamento, processos e refino, que formam e constituem fisicamente o *topside*. *Hook-up* de *topside* é o nome atribuído às atividades que compõem a integração de equipamentos e montagem de dutos sobre *topsides* de plataformas de petróleo, visando a integração do sistema marítimo e da planta de processos em superfície. O objetivo deste trabalho é construir uma moda amostral com base nas atividades realizadas com maior frequência para a estimativa de conteúdo de trabalho necessária à montagem e integração de módulos de *topsides*, através do método de estimativa homens-hora por tonelada de material instalado. Para a validação do modelo em homens-hora por toneladas será proposto em paralelo um modelo de validação de atividades em Excel, utilizando um banco de dados com manuais digitalizados de conteúdo de trabalho usados para a elaboração de cartas de serviços para montagem e integração de *topsides*. Os manuais digitalizados permitirão elaborar, de forma rápida, listas de atividades com estimativas homens-hora atreladas aos operários responsáveis por elas, facilitando a elaboração de cartas de serviço de trabalho. Para o teste do modelo homens-hora por toneladas feito com a moda amostral para atividades em *topsides* frequentemente realizadas, será usado um projeto instalado pela *Subsea 7 S.A* para este estudo. Dessa forma, serão criadas rotinas de trabalho para as atividades de instalação do projeto, do mesmo modo que o peso dos materiais instalados serão estimados para aplicação no modelo em toneladas. Os resultados validados demonstraram que a moda amostral homens-hora (HH) por toneladas auxiliam na previsão de orçamento de horas para a integração de *topside*.

Palavras chave: Homens-hora, Integração de Topsides, Pessoas a Bordo.

ABSTRACT

The increase of *offshore* hydrocarbon exploration activities in the world has made intensive the manufacturing of platforms that provide infrastructure to enable the production of exploratory fields under development. An offshore exploration project consists of platform installation and maritime systems that aim to connect wells - previously drilled and completed - through *subsea's* units (risers, christmas trees, gas pipelines, oil pipelines). The arrangement of a platform - whether designed for exploration in shallow, deep or ultra-deep waters - is partitioned into modules of production, treatment and process plant that physically form the *topside*. Hook-up of topside is the name given to the activities that consists the assemble and integration of equipment and piping connections on *topsides* of oil platforms in order to integrate the maritime system and the process plant on surface. This researcher aims to build a frequency sample model based on the activities most accomplished to estimate work content needed in assemble and integration of topside modules through an estimation method based on man-hour per tons of installed material. For model validation in man-hour (MH) per tons, it will be proposed a model of activities validation in Excel utilizing a database of work content handbooks, in man-hours, used by offshore services companies in the elaboration of labor services letters (job cards) for topsides. The handbooks database will allow a quick establishment of activities lists based on man-hour estimations, linked to the employee in charge of those activities, easing up the elaboration of labor services letters. For testing the man-hour (MH) per tons model made by the frequency of topsides activities most realized, it will be used a project installed by Subsea 7 S.A on the matter. Thus, it will be created a work routine for the activities of project installation as just it will be determined the weight of installed materials for each installed system to the model application in tons. The results show that the sample of frequency activities for man-hour per tons are helpful on forecasting the mobilization and integration of *topside* projects.

Key words: men-hour, *topside* installation, people on board (POB).

GLOSSÁRIO

ÁRVORE DE NATAL: Conjunto de válvulas operadas remotamente por acionamento hidráulico. Instalada na cabeça do poço de completação para controle de fluxo dos fluidos produzidos ou injetados nos poços;

FLARE KNOCKOUT: Vaso de separação de fluídos, designado para remoção e acúmulo de líquidos condensados para a linha de alívio de produção;

LANÇADORES DE PIG (PIG LAUNCHER): Trata-se de equipamento constituído de uma câmara construída em tubo de aço, dotado de um tampo com junta de vedação, válvulas de dreno e de despressurização, ambas de acionamento manual, além de válvulas de alinhamento de fluxo. Os *pigs* são segmentados em instrumentação e limpeza. O primeiro, que é um aparelho instrumentado, realiza medições de posicionamento de *risers*, para verificar se os *risers* encontram-se em sua localização de projeto, ou se estão com curvaturas muito acentuadas. Eles também são responsáveis por medir a espessura da parede dos *risers*. Já os *pigs* de limpeza, objetos não-instrumentados, percorrem a linha para remover quaisquer impurezas depositadas em seu interior, como hidratos e borra.;

MANIFOLD: Conjunto de dutos e válvulas que permitem a interconexão do fluxo de produção de vários poços em uma única linha de produção;

PIPE RACK: Estrutura metálica que se estende do início ao fim da plataforma de petróleo, responsável pela conexão e sustentação de tubos e cabos. Interligação de linhas de tubulações e cabos existentes;

PLATAFORMAS DE CABEÇA DE POÇO (WELLHEAD PLATFORM): Esse tipo de plataforma realiza as funções iniciais de perfuração, seguidas por completação e produção, com a instalação das respectivas árvores de natal (completação seca), não apresentando unidades de processamento;

RISER: Dutos em trecho vertical ou em catenária de uma linha que interligam linhas de produção submarina, oriunda de uma árvore de natal molhada ou de um *manifold*, a uma unidade estacionária de produção em superfície. Tem função de conduzir fluidos produzidos até a planta de processo em superfície.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	9
1.1 Objetivo	14
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	15
2.1 Infraestrutura <i>offshore</i>.....	15
2.2 Topsides	17
2.2.1 Arranjo de <i>topside</i>	20
2.2.2 Tipos de trabalhos em <i>topsides</i>	27
2.3 Recursos para integração de <i>topsides</i>.....	27
2.3.1 Recursos humanos.....	28
2.3.2 Recursos materiais	29
2.4 Definição de montagem e integração de <i>topsides</i>	30
2.4.1 Fabricação.....	30
2.4.2 Planejamento e organização	31
2.4.3 Pessoas a bordo.....	36
3 METODOLOGIA	37
3.1 Manuais de estimativa homens-hora.....	37
3.2 Atividades de integração de sistemas sobre <i>topsides</i>.....	39
3.2.1 Composição de banco de dados para atividades em dutos	39
3.3 Apresentação do método de validação de atividades em Excel	46
3.4 Análise de projetos de instalação.....	55
3.5 Seleção das atividades offshore para estimativas HH/t	56
3.5.1 Atividades de composição de trabalho para instalação de dutos	57
4 RESULTADOS.....	59
4.1 Estatísticas homens-hora por toneladas (HH/t)	59
4.1.1 Estimativa homens-hora por toneladas para integração de dutos	59

4.1.2 Estimativa homens-hora por toneladas para integração de instrumentação E&I	70
4.1.3 Estimativa homens-hora por toneladas para integração de equipamentos	71
4.2 Método de cálculo para pessoas a bordo	72
5 APLICAÇÃO	74
5.1 Produção de conteúdo de instalação homens-hora/toneladas	74
5.2 Produção de listas de conteúdo de trabalho	80
5.3 Comparação entre estimativas homens-hora e POB para o projeto	80
6 CONCLUSÃO	82
7 REFERÊNCIAS.....	83
APÊNDICE A	86
APÊNDICE B	87
APÊNDICE C	89
APÊNDICE D	95
APÊNDICE E	96
APÊNDICE F	98
APÊNDICE G	115

1 INTRODUÇÃO

Com a finalidade de desenvolver atividades de exploração *offshore* em regiões previamente avaliadas através de pesquisa geológica e dimensionamento de reservas, um projeto exploratório é criado. O projeto exploratório é composto por licitações, as quais segmentam o projeto em serviços particulares e empresas responsáveis pelas particularidades dos serviços prestados. Empresas concessionárias detêm o direito de exploração de hidrocarbonetos na região e são responsáveis pela operação da planta de produção do projeto (BENDIKSEN e YOUNG, 2015). As empresas prestadoras de serviços de perfuração, por sua vez, são comumente responsáveis pelo projeto de perfuração, completação de poços e análises de reservatórios. O conjunto de serviços que abrange o projeto estrutural, arranjo de planta de processo, tratamento e injeção de fluidos da plataforma, juntamente com serviços de instalações em superfície marítima que visam a conexão de linhas de produção e interligação de fluxos de produção à planta de processo em superfície, é de responsabilidade das empresas prestadoras de serviços de construção *offshore* (KVALVAG, 2014).

A escolha do tipo de plataforma de exploração adequada para o projeto exploratório leva em consideração condições climáticas e ambientais da região onde o projeto será instalado. Fatores como amplitude e oscilação de ondas, assim como a profundidade de lâmina d'água, são determinantes na escolha de estruturas de fixação e flutuação de plataformas (LIMA, 2003).

Toda plataforma, sejam elas plataformas fixas (Gravidade, Jaquetas), auto eleváveis, semissubmersíveis, TLWP's (*Tension Leg Wellhead Platform*) ou FPSO's (*Floating Production Storage and Offloading*), apresenta um *deck* superior composto por módulos, denominado *topside* (ARNOLD e KARSAN, 2005). Os tipos de rochas e hidrocarbonetos contidos nos reservatórios serão determinantes na escolha dos módulos que farão parte da composição da planta de processo do *topside*.

Denomina-se *topside* o conjunto de equipamentos localizados acima do convés da plataforma, incluindo a planta de processamento, utilidades e alojamento. O *topside* é composto por módulos de separação de óleo, tratamento e injeção de fluidos, compressão, geração de energia, acomodações, pipe-rack, heliponto e flare, os quais integrados viabilizam a produção do complexo de exploração (DACY e HOLDURN, 1982).

O desenvolvimento da indústria de exploração de hidrocarbonetos e operações *offshore* tem início entre os anos 1930 e 1950 na Venezuela e no Golfo do México. No Brasil, a exploração em território *offshore* tem início em 1968 no Campo de Guaricema, litoral do Sergipe, em região não distante da costa marinha e com lâmina d'água inferior a 30 metros. O escopo do projeto de instalação *offshore* evoluiu conforme as buscas por hidrocarbonetos passaram a ocorrer cada vez mais distantes da costa terrestre. O Campo de Lula, campo petrolífero localizado na Bacia de Santos, pré-sal Brasileiro, encontra-se a uma distância aproximada de 250 km da costa, com lâmina d'água entre 2 e 3 mil metros de profundidade (MORAIS, 2013). Logo, o planejamento de mobilização de estruturas integradas, assim como o dimensionamento de operários necessários para a montagem e integração dos módulos em alto-mar, é levado em consideração meses antes do início das atividades.

As problemáticas para a montagem e integração de módulos de *topside* em regiões próximas a terra não são as mesmas encontradas em projetos com grandes distanciamentos da costa. A pré-fabricação de unidades de integração à terra é considerada para reduzir tempo de atividades em alto-mar. Uma vez que o espaço físico *offshore* é um fator limitante para a instalação, operações por vezes simples podem dobrar ou triplicar o tempo de execução de suas atividades.

O tempo de execução de cada atividade de montagem e integração dos módulos de *topside* em leito *offshore* é determinante no dimensionamento do número ótimo de operários, segmentados em classes de responsabilidades, para a realização de trabalhos específicos. A má visualização dos problemas que as condições *offshore* podem e devem apresentar no momento da instalação, causam erros de dimensionamento de operários para as dadas atividades, atrasando assim, todo o andamento da instalação. Nessas condições torna-se inviável solicitar a troca da população *offshore* na embarcação, por fatores logísticos e de custos de mobilização.

Por essa razão a indústria passou a adotar ferramentas de planejamento e controle de projeto em homens-hora. Homens-hora são fundamentais para a composição do plantel de operários embarcados, com base em horas de trabalho humano para a realização de tarefas e atividades de trabalho de instalação. Dessa forma, o planejamento e controle de execução de atividades são essenciais para que os processos na instalação sejam realizados da forma mais eficiente possível, levando em consideração o tempo exato de início e o término para cada operação. A complexidade nos cálculos de estimativas de tempo de instalação, mobilização ou desmobilização de materiais para “n” tipos de operações em *topside*, levou engenheiros nas últimas décadas a acompanharem o tempo de realização das atividades que compunham serviços de montagem e integração dos módulos de *topside*. Notou-se que, com o controle diário do tempo de cada atividade envolvida nas instalações *offshore*, era possível observar a diferença de homens-hora planejadas para o projeto em relação às homens-hora reais observadas em campo.

Com essa metodologia de observação e acompanhamento de cartas de serviços de projetos realizados, consegue-se verificar quais atividades necessitam comumente de retrabalho aprimorando o dimensionamento de estimativas homens-hora para ordens de serviços similares em instalações futuras. As cartas de controle de serviços utilizadas no hangar de instalação servem tanto para a organização e controle das operações tanto quanto ao rastreamento de motivos pelos quais houve ou não retardo de tempo na execução das atividades, otimizando o controle das mesmas.

A partir desses registros, foram elaborados manuais de estimativa de tempo de operações para atividades de fabricação e integração de equipamentos, instrumentação elétrica (E&I) e dutos. Através dos manuais de estimativa homens-hora para atividades de instalação sobre *topside*, criados com base na experiência de engenheiros sêniores no controle e execução de atividades, é possível na atualidade controlar o avanço das instalações de integração de módulos em *topside* e criar programações semanais para a execução de atividades. A utilização desses manuais revolucionou o mercado de instalação *offshore*, diminuindo consideravelmente a diferença entre as horas orçadas em projeto para aquelas observadas no final da montagem. Assim, aumentando a competitividade entre empresas prestadoras de serviço de construção *offshore*.

Com a alta demanda de serviços de integração sobre *topside*, há uma tendência atual entre as empresas de construção *offshore* para a previsão preliminar de estimativas homens-hora para projetos, sem a necessidade de programar e descrever em detalhes as atividades que compõem as integrações (cartas de serviços) em alto-mar. Com os manuais, engenheiros de instalação podem programar quaisquer tipos de atividade para qualquer sistema integrado, com uma boa margem previsional. No entanto, uma vez que a concepção das cartas de serviços é complexa e demanda grande tempo de planejamento e elaboração, devido a sua descrição detalhada, é proposto um método de estimativa para rápida determinação de homens-hora envolvidas na instalação.

Para a realização deste estudo, cartas de serviços de projetos integrados pela *Subsea 7 S.A* foram analisadas para determinar por moda amostral os componentes de sistemas integrados (Dutos, Equipamentos, Instrumentação elétrica E&I) com maior frequência, para as atividades de integração de módulos *offshore*, realizadas com maior frequência. Desse modo, será possível propor estimativas medianas em homens-hora com base na quantidade em toneladas de material integrados para cada sistema, possibilitando à equipe responsável pelo planejamento, ter a noção de quantidade, em horas, envolvidas em projetos de montagem e integração, com estimativas em peso (toneladas) de materiais instalados.

Nesse contexto, o presente trabalho propõe coeficientes medianos em homens-hora por toneladas (HH/t) para avaliação de pré-projeto. A motivação do estudo foi devida à demanda da *Subsea 7 S.A – Paris* para acurar as estimativas de horas trabalho referentes às atividades de integração e montagem de *topsides* avaliadas em pré-projeto em relação as horas observadas após a montagem em alto-mar. A segunda demanda feita foi de criar um mecanismo de validação em Excel, para que através da criação de um banco de dados contendo as atividades inclusas nos manuais homens-hora fosse possível descrever o passo-a-passo da montagem de módulos em alto-mar, em planilhas de Excel. Assim sendo, engenheiros acostumados a programar a realização de atividades de integração em alto-mar poderiam utilizar planilhas de validação de atividades conectadas às estimativas homens-hora contidas em banco de dados. de integração cartas de serviços para o acompanhamento e planejamento das atividades *offshore*. Por mais que existam softwares que facilitem a

gestão de banco de dados, como por exemplo, o Access. É cultural da empresa Subsea 7 S.A elaborar a descrição das atividades, contidas em cartas de serviços, para a integração de *topsides* em alto-mar, em fichas contidas em Excel. Por essa razão, a fim de acelerar o tratamento de informação das estimativas homens-hora e descrição de operação para cada atividade, fez-se necessário a utilização do Excel.

Os manuais homens-hora utilizados neste trabalho, trazem estimativas de trabalho produtivo para atividades de fabricação à terra e integração em alto-mar referente a cada sistema. Sendo eles usados por empresas de construção e serviços em alto-mar como base de programação e acompanhamento de operações em campo.

Para a validação dos coeficientes homens-hora por toneladas (HH/t), para estimativas de pré-projeto, serão comparadas e discutidas as diferenças observadas no detalhamento de todas as atividades de montagem e integração, usando como referência um projeto de desenvolvimento alternativo em fase de licitação na Subsea 7 S.A. Como documentação adicional a este estudo, será fornecido os documentos produzidos pela Subsea 7 S.A que possibilitaram determinar o peso (em toneladas) para todos os componentes integrados e para a programação de listas de atividades usando o método de validação em Excel.

A contribuição deste estudo abrange parte da experiência por mim absorvida em montagem e integração de *topsides*, filosofia de análise em projetos de *topsides* integrados, métodos e atividades de instalação, índices de produtividade, determinação de número de pessoas a bordo de embarcações, através de estágio técnico com a equipe de montagem e integração de *topsides* da Subsea 7 S.A – Paris.

1.1 Objetivo

O objetivo deste trabalho é desenvolver um modelo de determinação preliminar para o cálculo de conteúdo de trabalho, em homens-hora por toneladas, utilizando parâmetros frequentemente observados em projetos para a integração de sistemas sobre *topsides*.

Como teste de aplicação para este estudo, será proposto um projeto de integração de *topside* (em fase de licitação dentro da empresa *Subsea 7 S.A*) para a validação dos coeficientes em homens-hora por toneladas (HH/t) desenvolvidos para atividades de integração de dutos, equipamentos e instrumentação elétrica E&I.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Nesta seção serão apresentados os conceitos que fundamentam a construção do modelo de estimativa preliminar em homens-hora por toneladas.

2.1 Infraestrutura offshore

De acordo com Dacy e Holdurn (1982, p. 1)

Antes das descobertas de petróleo no Mar do Norte, as instalações de produção *offshore* eram basicamente estruturas leves, localizadas em águas rasas em áreas como o Golfo do México e o Lago Maracaibo. Com o desenvolvimento de campos de exploração do Mar do Norte, todo o conceito de estruturas *offshore* mudou drasticamente. As condições em águas profundas e o distanciamento de áreas terrestres exigiram que as plataformas se tornassem instalações totalmente integradas, contendo todos os equipamentos para a produção de petróleo e gás, juntamente com o alojamento para o pessoal operacional.

A decisão de desenvolver um campo offshore geralmente ocorre após a realização da perfuração exploratória, suficiente para definir o valor comercial do campo. Os dados geológicos assim coletados incluem estimativas potenciais de volume de campo, fator de produção, razão gás/óleo, razão da injeção de água / gás e o número total de poços necessários para a produção. A partir desses dados básicos, é apresentado um *briefing* ao grupo de engenharia para o desenvolvimento em potencial de um projeto com ordem de magnitude de estimativa de custos. Esses estudos iniciais formam a base do *design* do sistema, pois identificam os seguintes conceitos básicos de *design* (DACY e HOLDURN, 1982):

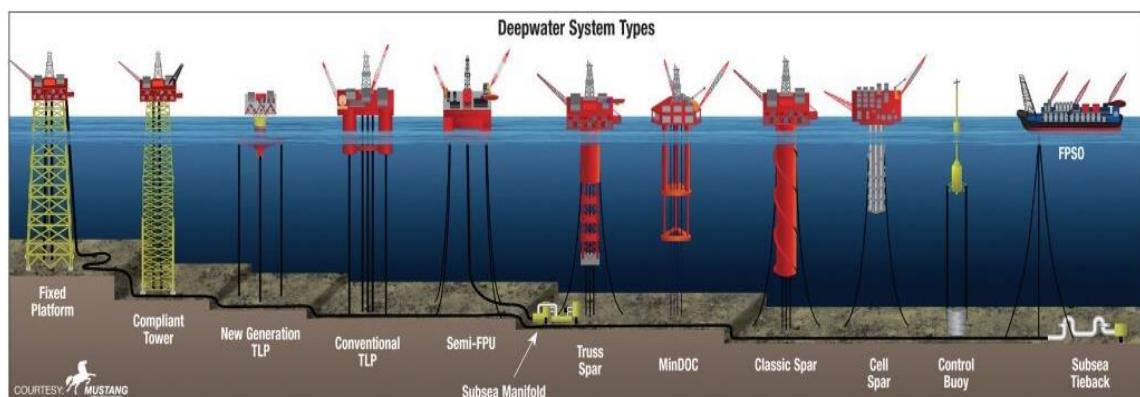
- Tipo de estrutura;
- Método de envio de produtos;
- Número de pessoas a bordo (POB).

A decisão sobre a seleção do *design* de projeto de estrutura básica leva em consideração fatores como a profundidade de lâmina de água, localização do pátio de construção, necessidade de armazenamento de óleo antes do alívio e as reservas potenciais do campo (DACY e HOLDURN, 1982).

A infraestrutura *offshore* é definida em três partes, sendo elas segmentadas em *topsides*, estruturas de suporte e arranjo de infraestrutura marinha. *Topsides* são partes superiores compostas por módulos pré-fabricados que comportam a planta de processo, acomodação e outros módulos acima da superfície marinha. Cada módulo consiste por si mesmo unidades de sistemas operacionais completos que se interligam com outras unidades de processamento. Os módulos são montados majoritariamente em terra e parcialmente no mar, dependendo da capacidade de içamento em alto-mar. A estrutura de fixação e acoplamento de *topside* é geralmente uma estrutura tubular de aço chamada jaqueta (*jacket*), um conjunto de tubos de metal que formam um sistema de fixação triangular em solo marinho. Pode ser composta também por colunas de concreto ou no formato de embarcação flutuante, no caso de um FPSO (Floating Production Storage and Offloading). O papel dessa estrutura é manter a parte 'útil' acima da água. Essa estrutura é geralmente montada em terra. O sistema marinho é projetado para transportar fluidos de produção a partir da superfície marinha até a planta de processo na plataforma. Esse sistema inclui a instalação de árvores de natal, *manifolds*, *risers*, entre outros arranjos, para promover a produção de poços (IMIA WORKING GROUP, 2018).

A Figura 1 apresenta a infraestrutura de instalação *offshore*, trazendo como exemplo diferentes tipos de plataformas.

Figura 1 – Tipos de infraestrutura de projeto *offshore*



Fonte: (MAGAZINE WOOD GROUP MUSTANG AND OFFSHORE, 2011)

2.2 Topsides

De acordo com Prasthoper (1997, p.38)

Infraestrutura de superfície (*topside facilities*) é a terminologia usada para descrever parte do complexo estrutural, planta de processamento óleo e gás e acomodações de uma plataforma. *Topsides* podem variar em funcionalidade e complexidade, desde grandes unidades integradas de produção, perfuração e módulos para acomodação de 200 a 300 trabalhadores, até pequenas plataformas para processamento (tripulada ou não tripulada), perfuração, compressão, acomodação.

Os *topsides* podem ser definidos e classificados através da sua composição física estrutural, sendo classificados em integrados, híbridos ou modulares. A escolha da configuração adequada vai depender, principalmente, da capacidade dos navios guindastes utilizados no processo de instalação e içamento.

Os *topsides* integrados referem-se a um sistema em que os equipamentos de processamento são instalados no convés da estrutura durante sua fabricação *onshore*. Posteriormente, a estrutura modular, pré-fabricada, é instalada em cima da subestrutura para fixação no local de produção em mar (*Offshore*). Geralmente, *topsides* integrados são instalados com o auxílio de um navio guindaste (PRASTHOFER, 1997).

Os topsides denominados híbridos são utilizados em grandes plataformas de produção, geralmente de concreto. Esta configuração caracteriza-se pela integração dos módulos e equipamentos de processamento à subestrutura (RUIVO, 2001, p.93).

A configuração modular é usada na concepção de grandes *topsides*, com alta carga (peso) agregada. O *topside*, neste caso, é subdividido em módulos (*Containers*) que são constituídos por unidades de processamento pré-instaladas em terra para facilitar o serviço de instalação (*hook-up*) e elevação de estruturas, para comissionamento em mar (PRASTHOFER, 1997).

A Figura 2 ilustra a concepção física para *topside* integrado, trazendo como exemplo a plataforma P-56 em operação na Bacia de Campos.

Figura 2 – *Topside* integrado da plataforma P-56



Fonte: (MANUTENÇÃO&SUPRIMENTOS, 2018)

A Figura 3 corresponde à concepção física de *topsides* híbridos, trazendo como exemplo uma plataforma do tipo SPAR¹ em operação no Golfo do México.

Figura 3 – *Topside* híbrido do tipo SPAR



Fonte: (COSTA, 2010)

¹ A Plataforma do tipo SPAR se caracteriza por ter o formato de um cilindro vertical que provê flutuação para suportar instalações acima da superfície da água.

A Figura 4 corresponde à concepção física para *topsides* modulares, trazendo como exemplo a plataforma P-58, primeiro FPSO² em operação na Bacia de Campos

Figura 4 – *Topside* modular da plataforma P-58 em operação na Bacia de Campos



Fonte: (PETROBRAS, 2014)

² O FPSO é uma unidade flutuante de produção, estocagem e transferência de fluidos. A terminologia FPSO define *Floating Production Storage and Offloading Unit*.

2.2.1 Arranjo de *topside*

Conforme Arnold e Karsan (2005, p.862)

O arranjo de convés em plataformas *offshore* evoluiu em resposta aos requisitos operacionais e à infraestrutura para instalação de equipamentos. Os requisitos operacionais determinam o tamanho e a configuração geral do *deck* (número de níveis do deck e layout). Por exemplo, a necessidade de uma plataforma com sistema de perfuração e produção integrados, ditaria as camadas verticais e horizontais da estrutura do convés de maneira a fornecer um local de trabalho eficiente, além de proporcionar um nível aceitável de segurança humana e ambiental.

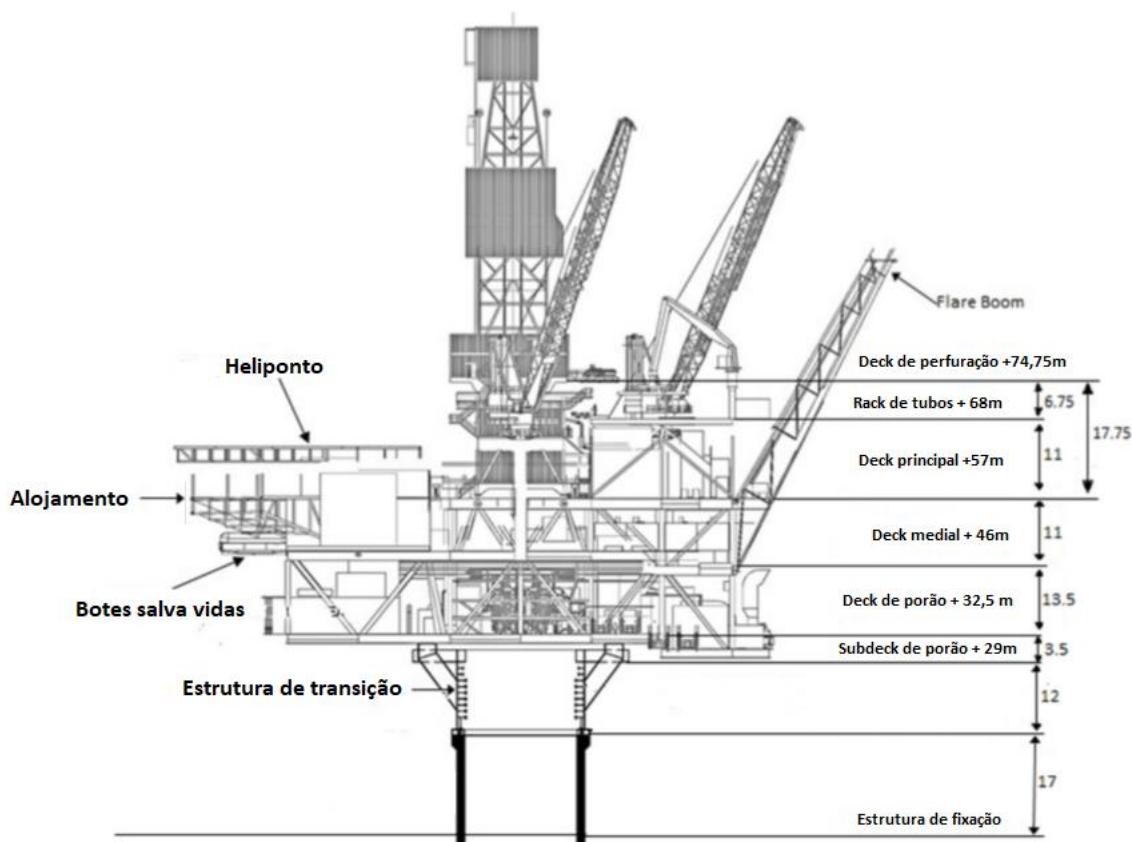
Fatores econômicos ditam o plano de fabricação de módulos e *decks* de *topsides*, levando em consideração a disponibilidade de mão de obra qualificada na região de instalação. Será discutido o plano de montagem em território *offshore* e assim determinado o que deve ser fabricado previamente em pátio à terra. O *deck* poderá ser projetado em uma estrutura de peça única (integrado) ou com uma estrutura de suporte de módulo (ARNOLD e KARSAN, 2005).

Decks de *topsides* integrados podem ser divididos em vários níveis e áreas, dependendo das necessidades e funções operacionais da plataforma (ARNOLD e KARSAN, 2005):

- Convés principal (*main deck*): Suporta a unidade de perfuração e produção, além de várias unidades de processos, utilidades, alojamentos e compressão;
- Convés porão (*cellar deck*): Suporta sistemas que precisam ser instalados em elevação mais baixa em relação ao convés principal, como bombas, algumas unidades de utilidades, lançadores (*pig launchers*), árvores de natal, *manifolds* de cabeça de poço, e dutos;
- Níveis de deck adicionais: Níveis de deck adicionais são necessários em caso de operações simultâneas de perfuração e produção, assim sendo, alguns equipamentos de processo podem estar localizados em um mezanino;

A Figura 5 indica a segmentação de decks integrados de uma plataforma de cabeça de poço.

Figura 5 – Módulos integrados para plataforma de cabeça de poço



Fonte: Adaptado de (HUSKY ENERGY, 2014)

A estrutura de transição é o limite de separação entre o *topside* e a estrutura de fixação escolhida para o projeto, faz parte do sistema de integração estrutural do *topside*.

O deck de perfuração (parte da estrutura de convés principal) abriga a estrutura da plataforma de perfuração e o rack de tubos. O convés também inclui a plataforma de reabastecimento, heliponto, alojamento, tanques de armazenamento de salmoura, pedestal de guindaste e botes salva vidas (HUSKY ENERGY, 2014).

O deck intermediário (*middle deck*) é chamado de deck de produção e contém tanques e bombas de lama, tanques e bombas de armazenamento de óleo sintético, sistema de corte de injeção e bloco de cimentação. Também são incluídos neste nível equipamentos elétricos (HUSKY ENERGY, 2014).

O deck medial de plataformas (não considerando plataformas de cabeça de poço) contém a maioria dos equipamentos de separação, processamento, tratamento, compressão de óleo e gás, equipamentos de geração de energia e salas de utilidades (ARNOLD e KARSAN, 2005).

No deck de porão (*cellar deck*) para a plataforma WHP estão localizados as cabeças de poço, *manifolds* de teste e produção, bombas e *manifolds* de injeção de água, sistema de distribuição de gás, sistema de condicionamento de gás combustível, *manifolds* para *gas-lift*, além do *flare knockout*. Também estarão localizados neste convés os pacotes de geração de energia, pacotes de emergência, sistema de condicionamento de compressão de ar, sistema de condicionamento de filtragem de água do mar, escritórios, salas de armazenamento de diesel, metanol, nitrogênio, água potável e produtos químicos, além de oficinas de manutenção (HUSKY ENERGY, 2014).

O subdeck de porão (*subcellar deck*) é um deck parcialmente suspenso abaixo do convés de porão, podendo ser instalado para conter os tanques e bombas do sistema de drenagem por gravidade. Como esse convés é geralmente pequeno, ele é projetado para suportar o impacto da crista da onda e transportar o carregamento lateral para o restante da estrutura (ARNOLD e KARSAN, 2005).

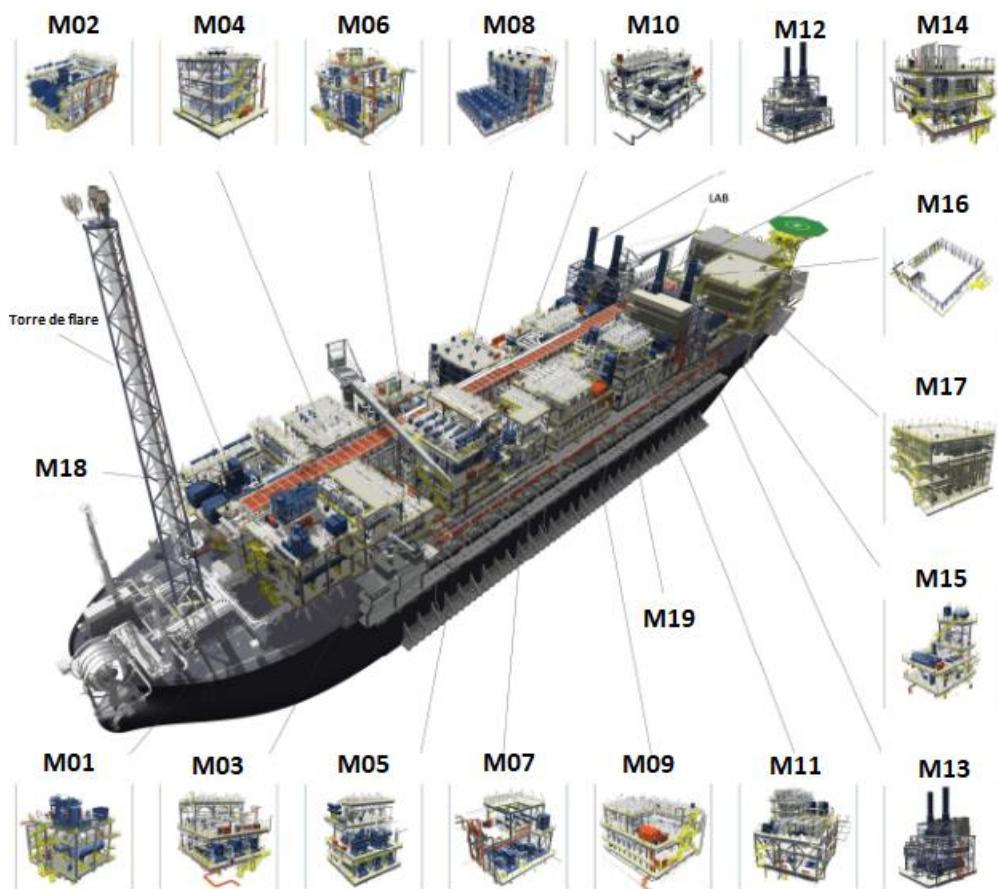
Por sua vez, o *deck* modular é divido em diversas unidades e módulos dependentes das funções de produção, processamento e tratamento que assim comportam. De acordo com Arnold e Karsan (2005, p. 863-864) os componentes modulares gerais para *topsides* são definidos por:

- Estrutura de suporte para módulos (*module support frame*): Estrutura de suporte base para instalação e integração de módulos, com o objetivo de transferir o carregamento dos módulos para estruturas de fixação de camisas (*jackets*), torres e diversos tipos de unidades flutuantes;
- Módulo de acomodação: Dividida em heliponto, sistemas de comunicação, hotel, escritórios e instalações recreativas;
- Módulo de utilidades: Abrange unidades de geração de energia, controle elétrico e de produção, além de salas de controle;
- Módulo de cabeça de poço: Comporta a cabeça de poço, equipamentos de teste e controle de poço;
- Módulo de perfuração: É composto por torre de perfuração, equipamentos de perfuração e salas de controle, zonas para manuseio e armazenamento de tubos;
- Módulo de produção: É composto pelos sistemas de separação e tratamento de óleo, gás, água, dutos, válvulas de controle e segurança, sistema de medição e transferência de líquidos e gás produzidos para o sistema de *offloading*;
- Módulo de compressão: Unidade de compressão, bombeio e injeção de gás para favorecer condições de altas pressões e temperaturas. Como a compressão pode ser necessária em estágios posteriores de produção, este módulo pode ser instalado em outras unidades modulares ou até mesmo em uma plataforma separada;

Da mesma forma, módulos de injeção e bombeamento de água podem ser adicionados em outras unidades modulares, caso necessário, dadas as funções em etapas de produção e processos posteriores.

A Figura 5 mostra os módulos da planta de processo da unidade FPSO P-74 em operação na Bacia de Campos. A composição desses módulos dita a configuração comumente utilizada em projetos de *topsides* instalados no pré-sal brasileiro.

Figura 6 – Composição de decks modulares instalados em FPSO.



Fonte: Adaptado de (HIPERESTÁTICA, 2016)

O módulo de sistema de *flare* (M01) consiste em queimar controladamente o gás natural produzido a partir de operações de produção de óleo e gás. O gás sobressalente é queimado e direcionado para a torre de *flare*. A combustão desses gases serve para despressurizar a planta de processo (LAPIDAIRE e DE LEEUW, 1996).

O módulo de compressão (M02) é responsável pelo estágio de compressão e injeção de CO₂ nos reservatórios produzidos. Contém equipamentos de compressão, resfriamento (*coolers*) e depuração de gás. O módulo de exportação de gás (M03) contém outras unidades de depuração, resfriamento e compressão, para exportação de gás. O módulo de remoção de CO₂ (M04) garante a redução do teor de CO₂

presente no gás produzido e o CO₂ recuperado pode ser retransmitido ao módulo de compressão (M02). O módulo de compressão de gás principal e sistema VRU (M05) contém compressores, depuradores e *collers*, além de conter o sistema de recuperação de vapor (VRU) que consiste na compressão de baixa pressão. O módulo de desidratação de gás, gás combustível e ponto de orvalho (M06) é utilizado para condicionar os gases de processos para serem usados como combustível durante a operação do FPSO, a unidade de ponto de orvalho é requerida para remover as maiores frações de hidrocarbonetos contidos no gás de exportação. O módulo de injeção de gás (M07) abrange todas as unidades de compressão, depuração e desidratação contidas em seus módulos semelhantes, sendo o responsável pela reinjeção de gás nos poços (LAPIDAIRE e DE LEEUW, 1996).

O módulo de remoção (M08) de ácido sulfídrico (H₂S) apresenta o sistema de remoção e eliminação do teor de ácido do gás produzido pelo princípio de absorção, incluindo equipamentos de filtragem, bombeio e dearação a vácuo. Segundo Laercio et al. (2009, p.167) "O princípio da absorção baseia-se na transferência de um componente de uma mistura gasosa para um líquido absorvente, devido à solubilidade entre ambos e à diferença de concentração".

O módulo de *manifolds* e recebedores & lançadores de *pig* (M09) é o local de chegada das linhas de dutos que conectam as terminações de *risers*. No módulo, o fluxo de produção de vários poços é convergido para uma única linha de dutos que servirá como entrada do primeiro separador. São instaladas nas linhas dos *manifolds* de produção conjuntos de válvulas e *headers* (tubos coletores de fluidos) para *kill*, *gas lift* e produção. Estão contidos nessa unidade os receptores e lançadores de *pig* para limpeza e testes de posicionamento em *risers* (ONESUBSEA, 2020).

O módulo de processamento de óleo e tratamento de água (M10) é usado para estabilizar o óleo produzido em três estágios de separação. O separador de primeiro estágio é usado para medir a produção dos poços e primeira etapa de separação (separadores de três fases). O segundo estágio de separação segue o mesmo critério usado no primeiro. O separador de terceiro estágio é um separador de duas fases, no qual o petróleo bruto é estabilizado à pressão de vapor desejada. Do terceiro estágio, o óleo estabilizado flui através dos resfriadores (*coolers*) até o tanque de recepção de petróleo úmido, onde ainda é desidratado e sedimentado por gravidade para

condições limites de sedimentos e água contidos no óleo cru. O óleo cru é então direcionado para tanques de armazenamento temporário antes da exportação. A água produzida pelos separadores de primeiro e segundo estágio é separada por hidro ciclones e desgasificada no tambor de flash antes do descarte em mar (LAPIDAIRE e DE LEEUW, 1996).

O módulo de injeção de água (M11) abriga filtros e bombas de injeção para tratamento e bombeio da água marinha. Os módulos de geração de energia (M12 e M13) correspondem aos módulos principal e de suprimento, podendo apresentar geradores a gás ou a diesel, para alimentação de todos os equipamentos contidos na planta de processo, utilidades e produção (A. LE COTTY et al., 2003).

O módulo de unidade de químicos e armazenamento de produtos (M14) é utilizado para adicionar químicos através de linhas de dutos para mistura. Usado comumente na injeção de fluidos. O módulo de utilidades (M15) é integrado por equipamentos para produção, armazenamento e distribuição de água, diesel e ar. A unidade apresenta equipamentos para arrefecimento e aquecimento de água, respectivamente para sistemas de trocadores de calor (LAPIDAIRE e DE LEEUW, 1996).

O módulo de área de *laydown* (M16) consiste em uma estrutura de apoio às operações do guindaste, ou seja, é um local onde há espaço para movimentação de cargas, equipamentos, tubos e suprimentos. O módulo de automação e eletricidade (M17) contém os instrumentos elétricos (E&I) para controle da operação no FPSO.

O módulo de *pipe rack* central (M18) e módulo de *risers pipe rack* (M19) são respectivamente os locais que sustentam as linhas de dutos que conectam as unidades da planta de processo e o ponto de chegada das linhas de *risers* de produção submarina. O balcão de *risers* sustenta as tubulações usadas para a integração das terminações dos *risers* com o módulo de *manifolds* e recebedores & lançadores de *pig* (LAPIDAIRE e DE LEEUW, 1996).

2.2.2 Tipos de trabalhos em *topsides*

Um projeto de *topside* pode corresponder à instalação de uma nova plataforma ou a modificações em plataformas existentes já instaladas. *Greenfiled* refere-se ao projeto relacionado à instalação e integração de novas unidades de produção em campos de exploração pioneiros ou existentes. *Brownfield* é o nome dado para projetos de modificações em infraestruturas *offshore* existentes, podendo corresponder a atividades de renovações em sistemas e estruturas já instaladas, ou modificações e integração de novos módulos para aumento de produção local. Por definição, podem existir trabalhos de integração de unidades *greenfield* em infraestruturas de projeto *brownfield* (VISSER e BROUWER, 2014).

2.3 Recursos para integração de *topsides*

De acordo com Almeida (2009, p. 12)

Os recursos são os trabalhadores, as ferramentas, os materiais e os equipamentos necessários para realizar uma atividade, bem como quaisquer facilitadores que contribuam para a realização de uma tarefa. Geralmente os recursos são classificados em quatro tipos principais: mão de obra, material permanente, material de consumo e serviços de terceiros. O recurso mão-de-obra é composto pelos funcionários, como material permanente são classificados os equipamentos e materiais que ficam definitivamente incorporados na obra e materiais de consumo são aqueles que desaparecem com uso, como por exemplo os combustíveis.

Os recursos humanos empregados em serviços de construção e montagem de *topsides* são também chamados de mão de obra. De acordo com a natureza do serviço realizado a mão-de-obra pode ser classificada como direta, indireta, e de apoio (ALMEIDA, 2009).

2.3.1 Recursos humanos

Baseado em documento interno da Subsea 7 S.A, o operacional de mão de obra direta são os profissionais responsáveis pela execução do trabalho de montagem em campo. O operacional de mão-de-obra indireta é composto por pessoas que atuam na supervisão e administração do projeto, referindo-se ao pessoal alocado em terra ou em escritórios embarcados. O Apêndice A traz a descrição das atividades operacionais para o pessoal envolvido em projetos de montagem e integração de *topsides*, categorizados conforme a sua produtividade (direta, indireta e não-produtiva). A Tabela 1 lista as três categorias para pessoal envolvido no planejamento, gestão e mobilização de *topsides*, classificados em termos de produtividade (Documento interno da Subsea 7 S.A³).

Tabela 1 - Pessoas a bordo (POB) classificadas em termos de produtividade

Produtivos direto	Produtivos indireto	Não produtivos
Contramestre de Ajuste	Técnicos NDT	Gerente hook-up
Ajustador	Supervisor de detecção de vazamento	Engenheiro hook-up
Soldador	Operador de vazamento N2/He	Preparador hook-up
Contramestre de carregamento	Mecânico	Superintendente hook-up
Carregador	Bombeiro	Administrador
Contramestre de estruturas desmontáveis	Contramestre de alojamento	Engenheiro de planejamento
Instalador de estruturas desmontáveis	Ajustador de alojamento	Inspetor (QC) de dutos e estrutura
Pintor e técnico de isolamento	Contramestre E&I (pré-com)	Inspetor (QC) elétrico e
Contramestre E&I	Técnicos E&I de (pré-com)	Assistente de segurança
Técnico E&I	Eletricista	Oficial de segurança
Técnico de hidrostática	Operador de guindaste	Controlador de estoque
Técnico de escalagem	Técnico de prevenção	Supervisor de soldagem
Contramestre de torque		Supervisor de tubulações
Técnico de torque		Líder de pré-comissionamento
		Engenheiro de comissionamento
		Administrador de dados
		Engenheiro de detecção vazamento

Fonte: Próprio autor

³ A classificação de trabalhadores com relação a produtividade, faz parte dos documentos adicionais usados neste trabalho, proveniente de documentos classificados como privativos no termo de confidencialidade assinado pela Subsea 7 S.A.

2.3.2 Recursos materiais

Os recursos materiais para *topsides* são classificados em quatro sistemas de instalação. Esses sistemas são (ARNOLD e KARSAN, 2005):

- Equipamentos: Equipamentos podem ser divididos em equipamentos de geração de energia, ignição e equipamentos que compõem a planta de tratamento, processamento e produção de fluidos;
- Estruturas: Segmentadas em estruturas primárias que fornecem base de fixação e carregamento para todas as unidades modulares da infraestrutura de *topsides* e estruturas de instalação secundárias para promover acesso e segurança para as unidades modulares (rampas, escadas, corrimão, piso);
- Linhas de dutos: As linhas de dutos são usadas para promover a integração do sistema de produção marinha com a planta de processamento em superfície, a instalação de linhas para vários tipos de diâmetros e materiais estabelecem a integração de unidades modulares de processamento;
- Equipamentos E&I: Equipamentos de eletricidade e instrumentação são usadas para fornecimento de energia interligação e fornecimento de energia para unidades modulares de *topsides* (cabos elétricos, conduits, rotas de passagem de cabos...), assim como equipamentos para controle e medição de processo e produção (válvulas e equipamentos de controle).

2.4 Definição de montagem e integração de topsides

Segundo Claridge (1982, p.1)

O desenvolvimento de um projeto típico para uma plataforma de produção *offshore* de óleo e gás é composta por várias fases: design, fabricação, instalação, e atividades de *hook-up* e comissionamento da infraestrutura de *topside*. Atividades de *hook-up* e comissionamento começam imediatamente após a instalação dos módulos de *topsides* em estruturas de suportes, e terminam quando os trabalhos de plataforma são transferidos da equipe de projeto e construção para a equipe operacional.

Hook-up é terminologia usada para atividades de conexão, integração e montagem de unidades modulares que constituem e formam o *topside*. O volume de trabalhos de *hook-up* é influenciado pelas decisões tomadas no *design* do projeto. Embora o objetivo principal de gerenciamento de projeto seja reduzir as atividades de montagem e integração em alto-mar devido ao alto custo agregado em projeto, elas ainda assim constituem parte significativa do orçamento. A disponibilidade de leito *offshore* limita estritamente a força de realização de trabalhos de integração e conexão de sistemas de instalação, portanto, impõe uma grande restrição ao cronograma de construção. Além da limitação do leito *offshore*, o número de pessoal operacional embarcado é restrito por normas de segurança e práticas operacionais, portanto o planejamento de fabricação de estruturas e integração de módulos à terra são essenciais para a redução de operacional de montagem para o projeto (CLARIDGE, 1982).

2.4.1 Fabricação

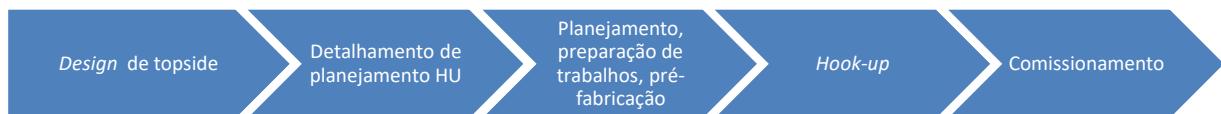
De acordo com Claridge (1982, p. 2) "Teoricamente, os módulos de *topsides* são fabricados em terra de acordo com o *design* de projeto, de modo que o trabalho *offshore* seja reduzido à conexão das interfaces dos módulos, seguido pelo comissionamento final do sistema". Isso quer dizer que o escopo de trabalho total pode ser definido antes do início das atividades de fabricação e *hook-up*".

A quantidade de espaço para armazenamento de materiais em leito *offshore* dependerá do uso de módulos de *laydown* ou embarcações de carregamento. O espaço de armazenamento de materiais será um fator limitante, o que significa que a qualidade do planejamento para os serviços de fornecimento e pré-fabricação de materiais é determinante para o sucesso do agendamento do projeto (DACY e HOLDURN, 1982).

2.4.2 Planejamento e organização

O escopo de organização para planejamento e fabricação de *topsides* deve respeitar genericamente as seguintes sequências de atividades:

Figura 7 – Planejamento e fabricação de topsides



Fonte: Próprio Autor

À fase *design* de *topside* compete a verificação de registros e documentações para o desenvolvimento do projeto, fornecimento de materiais e definição de partes que devem ser fabricadas em pátio à terra. O planejamento detalhado estabelece os limites para as atividades de integração *offshore*. O planejamento em terra consiste em: preparação de cartas de serviço para a execução de atividade de integração em alto-mar, finalizar o plano de compra a partir das listas de materiais, pré-fabricação e integração de estruturas. A equipe de montagem e integração consiste em executar o plano de mobilização com base no escopo de trabalho criado e estimativas homens-hora para o projeto (KVALVAG, 2014).

É essencial estabelecer o núcleo da equipe de montagem e integração durante a fase de design de projeto, preenchendo as posições-chave do planejamento e gestão de atividades, com indivíduos que obtiveram experiência em instalações *offshore* anteriores. A formação de uma equipe experiente vai agir diretamente em métodos previsionais de tempo de execução para todas as atividades de montagem e integração de *topside*, garantindo que todo o projeto avance conforme ao escopo planejado. Uma equipe montagem e integração bem equilibrada conterá pessoas que estiveram presentes em fases de design e planejamento, além de pessoas com experiência real de trabalho *offshore* (CLARIDGE, 1982).

De acordo com Claridge (1982, p. 3)

À medida que o design de projeto avança e as decisões de fabricação à terra são tomadas, as interfaces de integração dos módulos e os requisitos de comissionamento começam a ser monitorados pela equipe *hook-up*. Parte desse monitoramento é a preparação de estimativas preliminares de horas de trabalho *offshore* para o pessoal operacional diretamente e indiretamente envolvidos no projeto, além dos tempos de trabalhos improdutivos. Todas as estimativas devem ser sistematicamente avaliadas para composição de base de dados futura.

2.4.2.1 Conceito de homens-hora

A estimativa em homens-hora é o elemento chave para previsão de engenharia de custos aplicada a projetos, estimando tempos de operação para pessoal diretamente envolvidos em atividades de instalações. O cálculo do número ótimo de pessoal a bordo (POB) é baseado na estimativa homens-hora. Outros parâmetros como o fator de produtividade e a jornada diária, são determinantes para o cálculo de pessoas a bordo de projetos de *topsides* (CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO - CBIC, 2017).

O conceito de homens-hora produtivas é o valor referente às horas de trabalho para a execução de atividades de integração, atribuídas e relacionadas à operários produtivos, ou seja, os operários diretamente envolvidos nas atividades de instalação em campo. (PAGE, 1999b)

2.4.2.2 Escopo de trabalho para montagem e integração de topside

De acordo com Claridge (1982, p. 3)

No final do design do projeto de *topside*, a equipe de *design* deve produzir dois conjuntos de documentação que formarão a base de todo o planejamento, os escopos de trabalho montagem e integração e os procedimentos de comissionamento. Um escopo de trabalho *hook-up* é preparado para cada sistema de instalação de *topsides*, conterá, listas de linhas de dutos, listas de *schedule*⁴ de cabos, *schedule* de instrumentos e listas de equipamentos. Além disso, para cada sistema, um procedimento de comissionamento é desenvolvido para incluir: descrição do sistema, detalhamento de atividades de integração e estimativas de mão de obra.

Os escopos de trabalho são usados para preparar a execução de atividades com estimativas homens-hora preestabelecidas, que serão submetidas à provação da equipe não-produtiva. As estimativas preliminares devem conter a evolução (passo a passo) das atividades, horas de trabalho produtivos e tempos de trabalho não produtivos. Uma rede de trabalhos para o projeto de integração de *topside* pode ser desenhada com base nos escopos de trabalho para vários sistemas de instalação. A rede pode apresentar mais de 1000 atividades que dividem o projeto de integração (CLARIDGE, 1982).

Com referência ao que diz Claridge (1982, p.4)

Cada atividade da rede de trabalhos pode ser dividida em vários agrupamentos de tarefas, como instalação de cabos tracionados, testes hidráulicos, pré-comissionamento de equipamentos, trabalhos em tubulações. Uma carta de serviço (ou folha de tarefas) é escrita para cada trabalho e incluirá: a descrição do trabalho, o local, a referência de atividade dentro da rede, os requisitos de certificação e controle de qualidade e a numeração dos desenhos de referência. O tamanho do trabalho deve ser controlado para evitar excesso de documentação e possibilitar o acompanhamento regular das atividades.

⁴ Esquema de planejamento de realização de atividades. É caracterizado por mostrar a data inicial quanto ao início de operações e os respectivos tempos programados para a sua execução.

Cada carta de serviço é incluída em pacotes de trabalhos, adicionados junto a eles, estimativas homens-hora, listas de materiais e cópias de desenhos técnicos relativos às atividades. O pacote de trabalho é usado para instruir a equipe produtiva de como o trabalho deve ser realizado. Além de fornecer todas as informações necessárias para realização do trabalho, o pacote também fornece os meios básicos de planejamento e controle, para a supervisão no local. Usando as restrições de cronograma para a execução da rede de trabalhos, juntamente com as restrições detalhadas da superfície de trabalho, como o acesso às instalações, as equipes produtivas podem executar os trabalhos em cronogramas de curto prazo (BENDIKSEN e YOUNG, 2015).

Idealmente, os pacotes de trabalho para todo o escopo de serviços agregados ao projeto de integração de *topside* devem ser preparados pela equipe de montagem não-produtiva, antes do início do trabalho offshore. No entanto, terão de ser preparados em campo, trabalhados adicionais para as atividades não previstas pela equipe (Documentação interna da Subsea 7 S.A⁵).

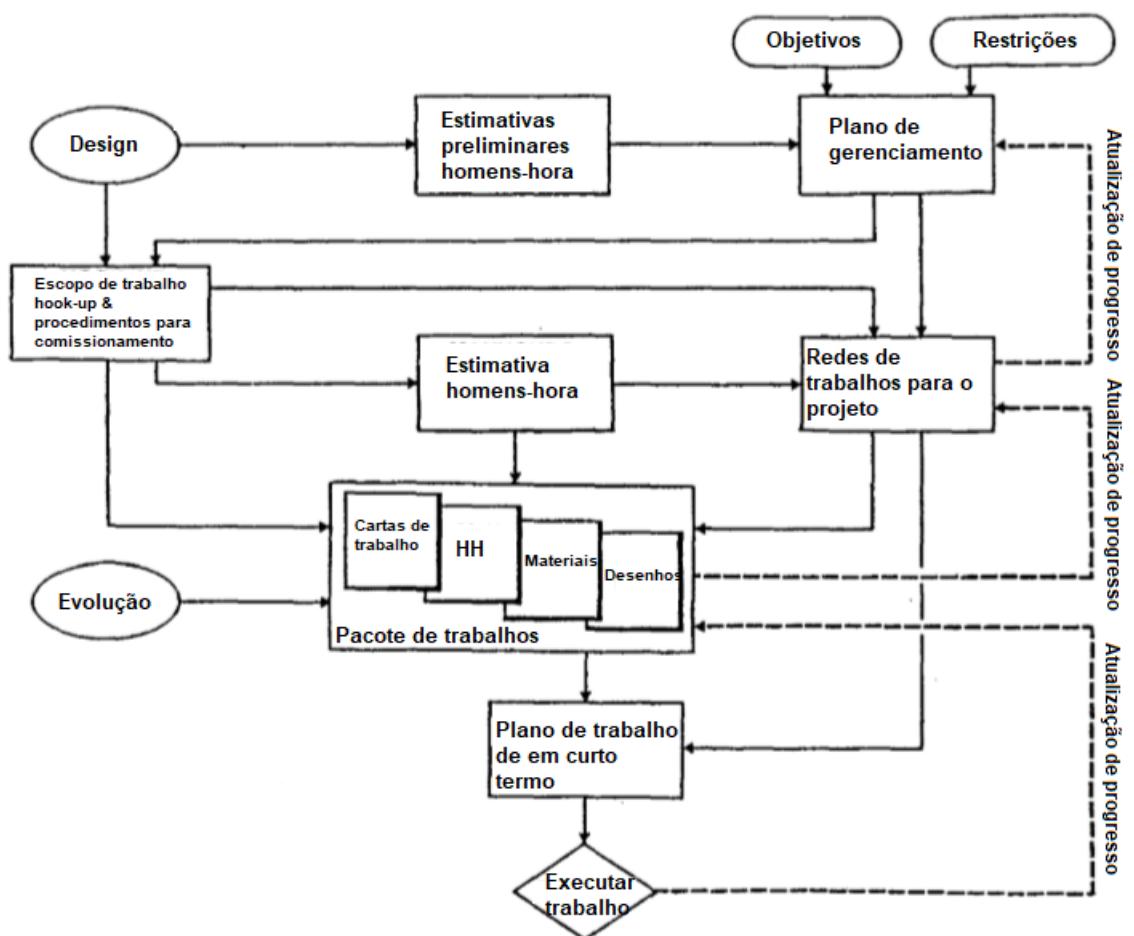
O progresso de atividades é medido semanalmente em termos de trabalhos concluídos. A conclusão dos trabalhos pode ser agregada, usando estimativas homens-hora, como meio de ponderação para atualizar a rede de trabalho do projeto. Os resultados para conclusão da rede de trabalhos podem ser usados para programar novos planos de gerenciamento futuros (CLARIDGE, 1982).

O Apêndice B apresenta uma das cartas de serviço para trabalhos que envolvem a instalação de linha de dutos para sistema de elevação artificial (*gas lift*).

⁵ Definição de trabalhos adicionais baseada na experiência de integração e instalação de *topsides* pela equipe hook-up da Subsea 7 S.A.

A Figura 8 apresenta o esquema para o método de planejamento apresentado nesta seção.

Figura 8 – Metodologia de planejamento



Fonte: Adaptado de (CLARIDGE, 1982)

2.4.3 Pessoas a bordo

De acordo com Dacy e Holburn (1982, p.4)

A determinação do número ideal de pessoas necessárias na plataforma para a execução da instalação é uma das decisões críticas para a filosofia de controle do projeto. Como as operações de perfuração são simultaneamente realizadas junto com a produção e construção, é necessário fornecer alojamento para as equipes de perfuração, produção e instalação. Nos dias atuais, o dimensionamento dos módulos de habitação sobre *topsides* são planejados para abrigar até 200 pessoas, divididas entre a população: Operacional, manutenção, perfuração e serviços.

Na atualidade o dimensionado de população *offshore* em plataformas, ainda é estimado em 200 pessoas. Correspondendo à 25% do limite para a população de instalação a bordo das embarcações. Caso seja dimensionado uma população maior que o limite em plataforma para a equipe instalação, a empresa prestadora de serviços de construção deve fornecer alojamento adicional. Os alojamentos adicionais podem ser considerados em embarcações de içamento utilizadas pelas empresas prestadoras de serviço (Documento interno da Subsea 7 S.A).

A população de serviços *offshore* pode ser dividida em dois turnos de trabalhos de 12 horas cada. Fica a critério do planejamento de projeto, estipular e programar as atividades de turno diurno e noturno (DACY e HOLDURN, 1982).

Ao dimensionar a população *offshore* para serviços de integração de responsabilidade da equipe *hook-up*, relatórios de projetos anteriores com indicadores de desempenho de produtividade são analisados. Indicadores de desempenho chave (KPI – *Key performance Indicators*) são selecionados para monitoramento de equipes de trabalho produtivas. Como base de gerenciamento de projeto, são estabelecidos índices de averiguação de produtividade em relação ao desempenho da equipe produtiva em atividades específicas, como também o cálculo de tempo de trabalho improdutivo. São considerados tempos improdutivos as pausas durante as operações, tais como: pausas para café, refeições, aguardo de completação de atividades dependentes, tempo de *lifting*, permissões de trabalho, etc (BENDIKSEN e YOUNG, 2015).

3 METODOLOGIA

Conforme exposto nos objetivos, o presente trabalho visa desenvolver um modelo de determinação preliminar para o cálculo de conteúdo de trabalho, em homens-hora por toneladas, necessário para montagem e integração de módulos de *topside*. Para auxiliar e acelerar o processo de formação de listas de conteúdo de trabalho para pacotes de serviços de instalação e integração sobre *topsides*, será proposto a integração de um banco de dados com sistema de validação em Excel para as atividades provenientes dos manuais de estimativas homens-hora para sistemas de instalação sobre *topsides* (linhas de tubos, equipamentos e instrumentação elétrica E&I).

3.1 Manuais de estimativa homens-hora

Os níveis de experiência em projetos de fabricação, instalação e integração de *topsides*, por parte de empresas prestadoras de serviços e construção, eram fundamentais para a elaboração de planos de gerenciamento para as atividades de pacotes de trabalhos que realmente correspondessem à realidade operacional. A assertividade previsional de estimativas homens-hora para projetos seriam então o diferencial de uma empresa em relação à outra na corrida de competitividade.

Com base na observação e controle das atividades envolvidas na fabricação à terra e integração *offshore* de *topsides*, foram criados manuais de estimativas homens-hora com base nessas atividades operacionais. É comum entre engenheiros de montagem e integração de *topsides* o controle da evolução das atividades envolvidas em projetos, assim organizando o tempo das atividades com base na produtividade dos operários sob sua responsabilidade.

Page (1999a) ficou conhecido por manuais de estimativa homens-hora. Pela primeira vez na indústria de fabricação e construção *offshore*, fez-se possível estimar atividades para a fabricação e mobilização de projetos *offshore* com bom grau de acurácia previsional. No mundo atual em que o controle de gestão e planejamento é feito pela utilização de pacotes de software sofisticados, que incluem índices para mão-de-obra e planejamento, podemos nos questionar o que coleções de tabelas de

homens-hora de trabalho para diversas variáveis de instalação oferecem que um programa de computador não. A resposta é o fator humano. O fator humano é levado em consideração por parte da equipe de planejamento de projeto, será avaliado se a equipe produtiva tem a capacidade de executar as atividades previstas dentro do tempo previsto em projeto. As atividades previstas nas cartas de serviços para um projeto devem sofrer alteração em suas estimativas homens-hora pela multiplicação de coeficientes de aproximação. Os coeficientes de aproximação, chamados “coeficientes offshore”, são definidos para cada agrupamento de atividades em alto-mar. Eles são determinados através da observação em campo entre a diferença de tempo de execução planejada para cada atividade, em relação à quantidade atual de tempo demandado para sua execução.

Através da observação da montagem e integração de diversos projetos, os coeficientes offshore são determinados. A Fórmula (1) fornece a relação:

$$\text{Coeficiente offshore} = \frac{\text{HH atual}}{\text{HH planejado}} \quad (1)$$

Assim sendo, os manuais homens-hora para estimativas de trabalho desenvolvidos para fabricação e integração de linhas de dutos, conexão e integração de equipamentos, e instalação de equipamentos E&I são constituídos por horas produtivas de trabalho humano e são usados como base para o planejamento das cartas de serviços. As horas de trabalho apresentadas nesses manuais caracterizam as atividades sob responsabilidade da equipe produtiva direta de montagem.

As estimativas homens-hora provenientes dos manuais são aproximadas, na atualidade, pela seguinte relação:

$$\text{HH planejado} = \text{HH manuais} \times \text{Coef. Offshore} \quad (2)$$

O procedimento repete-se ao final de cada projeto, e assim os coeficientes offshore estão sempre em constante atualização. Não estão inclusas nas estimativas HH planejado, trabalhos indiretos, como supervisão e gestão de projeto. Por essa razão a experiência na realização de projeto, ainda assim é essencial para o dimensionamento de horas de trabalhos offshore e pessoas a bordo.

Não serão discutidos ao longe desse estudo as estimativas de coeficientes *offshore*. Serão utilizados no desenvolvimento desse estudo os manuais elaboradores para fabricação & integração de linhas de dutos e conexão & integração de equipamentos, referidos em Page (1999a) e Page (1999b). Para as atividades que relacionam a instalação de equipamentos E&I, será utilizado um manual interno desenvolvido com base na experiência da Subsea 7 S.A.

3.2 Atividades de integração de sistemas sobre *topsides*

O estudo iniciou-se pela compreensão das atividades de integração que compunham a montagem em alto-mar de cada sistema sobre *topsides*. A composição do banco de dados foi constituída com base na dependência de informantes mostradas na seção 3.2.1 para dutos. Não cabe aqui descrever todas as atividades contidas nos sistemas integrados, portanto será apresentado apenas as atividades de integração para dutos. A demonstração das atividades de integração para equipamentos e instrumentação elétrica E&I estão à disposição dos interessados na documentação adicional deste estudo.

3.2.1 Composição de banco de dados para atividades em dutos

Os fluxogramas presentes nesta seção ilustram a ordem de dependência de informações contidas no banco de dados para a validação de homem-horas na integração de linhas de dutos. As ordens de dependência de informações que serão apresentadas nas próximas figuras indicam a metodologia de validação de dados contidos no método desenvolvido em Excel. As atividades podem ser encontradas na seção 2 de Page (1999b).

Cada grupo listado em verde nos fluxogramas, nas Figuras de 9 à 24, apresentará uma gama de seleção de informantes interdependentes umas das outras para as estimativas de horas de trabalho.

Para atividades de instalação de dutos, Figura 9, a escolha de um determinado material de tubulação (seleção entre diferentes tipos de aço carbono) nos levará a escolha de um diâmetro de fabricação específico para o aço escolhido. Após ter selecionado o diâmetro ideal requerido para o aço escolhido, faz-se necessária a escolha da espessura da tubulação. Todas as informações validadas nos levarão finalmente a uma estimativa única em homens-hora para a atividade.

Figura 9 – Sequência de validação de informantes para a validação de atividades de instalação de dutos



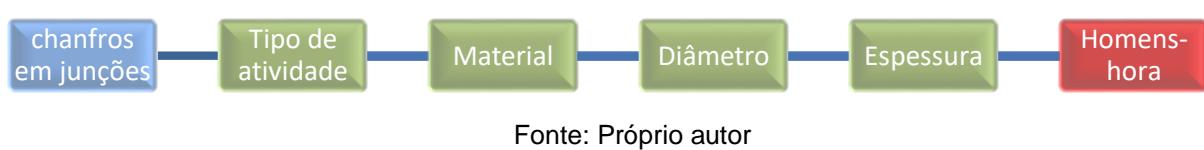
A Figura 10 corresponde à sequência de validação de informações para atividades de perfuração de orifícios de fixação em tubulações. A perfuração de orifícios é comumente utilizada para a conexão de linhas adjacentes de testes ou inspeção. A sequência de validação de informação é a mesma utilizada na descrição das atividades listadas na Figura 9.

Figura 10 – Sequência de validação de informação para perfuração de orifícios de fixação em dutos



A Figura 11 afere a sequência de validação de informações para atividades de chanfros em junções para soldagem. Na lacuna de tipo de atividade, o usuário deve optar por chanfros de solda em acessórios para serem soldados em tubos ou chanfros de soldas para solda direta em tubos. Após determinação, a sequência de validação segue a mesma.

Figura 11 – Sequência de validação de informação para chanfros em junções para soldagem



A Figura 12 mostra a sequência de validação de informações para atividades de corte em chama de tubos. A operação de corte é executada, se necessária, antes das operações de chanfros e soldas. A sequência de validação segue a demonstração da Figura 11.

Figura 12 – Sequência de validação de informação para corte em chama



Fonte: Próprio autor

A Figura 13 ilustra a sequência de validação de informações para atividades de soldagem de topo. Em tipo de atividade, deve-se sinalizar se a solda de topo será realizada em acessório-tubulação ou tubulação-tubulação. Após essa indicação a sequência de validação de informações sinaliza os parâmetros para tubulações.

Figura 13 – Sequência de validação de informação para solda de topo



Fonte: Próprio autor

A Figura 14 lista a sequência de validação de informações para atividades de pré-aquecimento de solda. O pré-aquecimento é um processo usado para aumentar a temperatura do aço de solda (*parent steel*) antes da soldagem, diminuindo o coeficiente de resfriamento da região, essa medida é necessária para evitar o craqueamento do aço soldado. A sequência de validação segue a mesma ordem apresentada na sequência de validação de chanfros e junções (Figura 11).

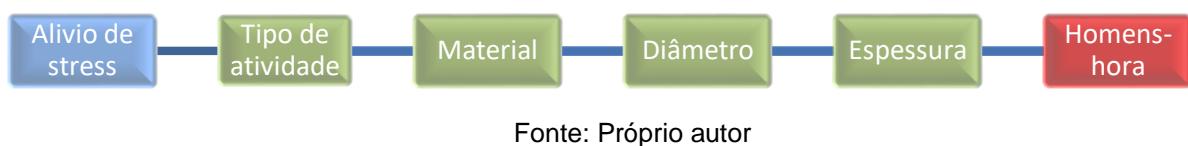
Figura 14 – Sequência de validação de informação para pré-aquecimento de solda.



Fonte: Próprio autor

A Figura 15 relaciona a sequência de validação de informações para atividades de alívio de stress em soldas. O alívio de stress é um tipo de teste de aquecimento, no qual a temperatura é mantida em uma zona específica após o término da solda, e então resfriada em taxas constantes para a eliminação de stress residual do material soldado. A sequência de validação segue a mesma ordem apresentada na sequência de validação de chanfros e junções (Figura 11).

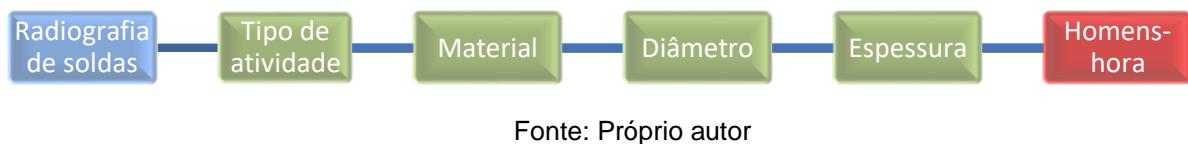
Figura 15 – Sequência de validação de informação para alívio de stress



Fonte: Próprio autor

A Figura 16 apresenta a sequência de validação de informações para atividades de radiografia de soldas. O teste de radiografia é utilizado após a realização das atividades anteriores e tem como finalidade localizar regiões de microfraturas em dutos soldados. A sequência de validação segue a mesma ordem apresentada na sequência de validação de chanfros e junções (Figura 11).

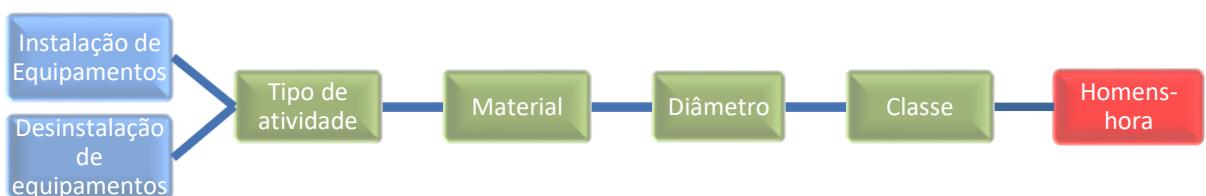
Figura 16 – Sequência de validação de informação para radiografia de soldas



Fonte: Próprio autor

A Figura 17 corresponde a sequência de validação de informações para atividades de instalação/desinstalação de equipamentos. Em tipos de atividades é possível a escolha do equipamento instalado, entre válvulas manuais, válvulas de atuação, filtros, anéis, espaçadores e flanges. A escolha do material e diâmetro segue o mesmo padrão apresentado para a escolha de tubulações. A classe do equipamento escolhido representa o rating de pressão-temperatura do material escolhido, podendo variar de 150 até 2500. O rating de pressão-temperatura ANSI (*american national standards institute*) é utilizado na classificação de diversos tipos de junções (*weld neck, threaded, slip-on, lapjoint, socket weld, flanges*) e válvulas.

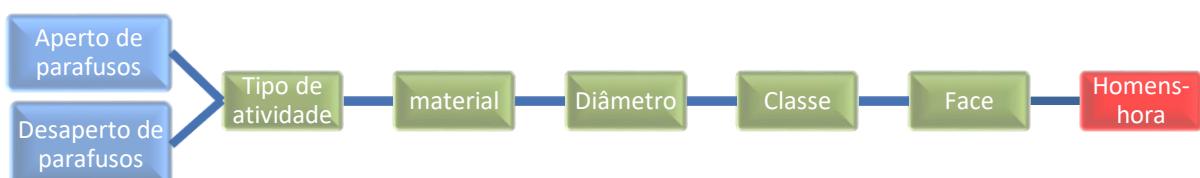
Figura 17 – Sequência de validação de informação para instalação de equipamentos



Fonte: Próprio autor

A Figura 18 introduz a sequência de validação de informações para atividades de aperto de parafusos (*bolt-up*). A atividade corresponde a operações de apertos e desapertos manuais de parafusos em flanges de junções de tubulações. A escolha do tipo atividade nos leva a escolher o tipo de junção a ser aparafusada (*flanges* ou *graylockers*). A escolha de faces representa a face de assentamento dos *flanges*, ou seja, o tipo de acabamento. Duas escolhas são possíveis, *raised face* (RF) e *ring type joint* (RTJ).

Figura 18 – Sequência de validação de informação para aperto em parafusos



Fonte: Próprio autor

A Figura 19 ilustra a sequência de validação de informações para atividades de torque em parafusos. A sequência de atividades é a mesma apresentada para aperto de parafusos. A diferença é que operações de torque são realizadas com maquinários eletrônicos para a aplicação de tensões específicas nos parafusos.

Figura 19 – Sequência de validação de informação para “Torque”



Fonte: Próprio autor

A Figura 20 corresponde à sequência de validação de informações para atividades de desinstalação de linhas de tubulação. Esta atividade é a única atividade para tubulações que a experiência da Subsea 7 S.A foi utilizada. Em tipos de atividades, as condições da tubulação, variando de boa a más condições, serão determinantes para a estimativa homens-hora.

Figura 20 – Sequência de validação de informação para desinstalação de linhas de dutos



Fonte: Próprio autor

A Figura 21 condiz à sequência de validação de informações para atividades de isolamento de tubulação. Consiste em pulverizar emulsão de revestimento de vinil em pontos de junção, para posterior deposição de fibra de vidro. Em tipos de material, é possível a escolha de aplicação de revestimento de vinil, ou instalação de gradeamento de proteção. A sequência de validação segue a mesma ordem apresentada na sequência de validação para a instalação de tubulações (Figura 1).

Figura 21 – Sequência de validação de informação para instalação de isolamento



Fonte: Próprio autor

A Figura 22 reflete a sequência de validação de informações para atividades de instalação de fibra de vidro reforçada na linha de dutos, *glassfiber reinforced epoxy* (GRE).

Figura 22 – Sequência de validação de informação para atividade de instalação de fibra de vidro



Fonte: Próprio autor

A Figura 23 nos traz a sequência de validação de informações para atividades de pintura de tubulações para demarcação. A sequência de validação segue a mesma ordem apresentada na sequência de validação para a instalação de tubulações (Figura 1).

Figura 23 – Sequência de validação de informação para pintura de dutos



Fonte: Próprio autor

A Figura 24 corresponde à sequência de validação de informações para atividades de instalação de andaimes. Andaimes são instalados para prover acesso a todos os tipos de instalação. Em tipos de atividades, é possível a escolha de montagem ou desmontagem de andaimes, assim como o tipo de andaime (*suspended, overboard, groundbase*).

Figura 24 – Sequência de validação de informação para instalação de andaimes.



Fonte: Próprio autor

3.3 Apresentação do método de validação de atividades em Excel

Para o sequenciamento de validação das atividades de integração de *topsides*, popularmente chamada de validação em cascata, utilizaremos o formulário apresentado na Tabela 2. A combinação das fórmulas listadas e discriminadas possibilitará a sequência de validações de componentes informantes presentes na seção 3.2 para a programação de uma lista de validação automática para atividades de integração de sistemas de instalação *offshore*. A combinante de validação por sua vez, possibilitará a localização das estimativas homens-hora no banco de dados.

Tabela 2 – Formulário para sequenciamento de validação de dados

Fórmulas	Função
=SE ()	Verificar se determinadas condições lógicas são verdadeiras. Estes testes incluem conferir as condições para o sequenciamento de atividades.
=CORRESP ()	Procurar por uma determinada célula em um conjunto determinado e retornar sua localização relativa.
=E ()	Confere se dois testes lógicos são verdadeiros ao mesmo tempo.
=DESLOC ()	Procurar por um valor específico em uma coluna e retornar o valor de uma célula relativa
=PROCV ()	Procurar determinados valores em células específicas e retornar o valor de outra célula na mesma linha.

Fonte: Próprio Autor.

Optou-se utilizar o Excel pelo fato dos engenheiros na Subsea 7 S.A estarem culturalmente adaptados a descrever as atividades de integração sobre topsides em planilhas de detalhamento de cartas de serviços. A estrutura de dados e linguagem associada ao banco de dados apresentada na sequência desta seção se adequa de melhor forma se utilizado softwares de análise de banco de dados, como o access e linguagem sql.

Para fins reprodutivos serão considerados as combinantes informativas para as atividades de ***instalação e ereção de linhas de dutos***, a fim de demonstrar o funcionamento e programação do mecanismo de validação. Vale ressaltar que todas as demais atividades relacionadas na seção 3.2 seguiram o mesmo modelo de validação e localização de estimativas homens-hora no banco de dados. Como o

sequenciamento de validação em Excel apresenta um limite máximo de 64 unidades dependentes combinantes, a utilização do formulário listado na Tabela 2 servirá para adaptar o Excel para a interconexão com o banco de dados. Somando todas as atividades para a integração de *topsides*, com suas correspondências combinantes, obtemos mais de 1000 possibilidades combinantes.

A primeira etapa do processo consistiu em criar páginas de bancos de dados (verticalizados) individuais, em Excel, para cada atividade. As atividades nos bancos de dados foram agrupadas por sistemas de instalação (linhas de dutos, equipamentos e equipamentos E&I). A Tabela 3 foi elaborada para simular as condições de uma página de bancos de dados em Excel.

Tabela 3 – Parte de banco de dados para a instalação e ereção de linhas de dutos

	A	B	C	D	K
1	Instalação e ereção de linhas de dutos				
2	Material	Diâmetro	Espessura	HH	Referência
3	Aço Carbono	1"	sch40	0,29	(Page & Nation Pg. 79)
4	Aço Carbono	1"	STD	0,29	(Page & Nation Pg. 79)
5	Aço Carbono	1"	sch80	0,34	(Page & Nation Pg. 79)
6	Aço Carbono	1"	XS	0,34	(Page & Nation Pg. 79)
7	Aço Carbono	1"	sch160	0,39	(Page & Nation Pg. 79)
8	Aço Carbono	1"	XXS	0,39	(Page & Nation Pg. 79)
9	Aço Carbono	1/2"	sch40	0,27	(Page & Nation Pg. 79)
10	Aço Carbono	1/2"	STD	0,27	(Page & Nation Pg. 79)
11	Aço Carbono	1/2"	sch80	0,3	(Page & Nation Pg. 79)
12	Aço Carbono	1/2"	XS	0,3	(Page & Nation Pg. 79)
13	Aço Carbono	1/2"	sch160	0,34	(Page & Nation Pg. 79)
14	Aço Carbono	1/2"	XXS	0,34	(Page & Nation Pg. 79)
15	Aço Carbono	1/4"	sch40	0,26	(Page & Nation Pg. 79)
16	Aço Carbono	1/4"	STD	0,26	(Page & Nation Pg. 79)
17	Aço Carbono	1/4"	sch80	0,29	(Page & Nation Pg. 79)

Fonte: Próprio Autor.

A Tabela 3 corresponde a uma pequena parte da página do banco de dados para atividades de instalação e ereção de linhas de dutos. A referente página apresenta mais de 500 linhas, para distintos tipos de materiais, diâmetros, espessuras para estimativas únicas em homens-hora (HH).

Para iniciar com o processo de validação de atividades, é preciso escolher uma página onde as estimativas homens-hora provenientes do banco de dados serão impressas. Nessa página, o processo de validação inicia-se escolhendo uma coluna para a discriminação das atividades de integração. Serão programadas páginas individuais para cada sistema de instalação presente no banco de dados, sendo ao todo três páginas pré-programadas para o desenvolvimento de cartas de serviços. Para fins reprodutivos serão descritas as atividades que constituem trabalhos de integração de linhas de dutos. A Tabela 4 corresponde à célula A da página de validação para atividades de integração de linhas de dutos

Tabela 4 – Discriminação de atividades de instalação para linhas de dutos

	A
1	instalação e ereção de linhas de tubulações
2	Perfuração de orifícios
3	Chanfros e junções
4	Cortes em chama
5	Solda de topo
6	Pré-aquecimento
7	Alívio de stress
8	Radiografia de soldas
9	Instalação de equipamentos
10	Desinstalação de equipamentos
11	Aperto de parafusos
12	Desaperto de parafusos
13	Torque
14	Desmontagem de tubulações
15	Instalação de fibra de vidro
16	Pintura
17	Instalação de andaimes

Fonte: Próprio Autor.

Após a discriminação das atividades na célula “A”, será selecionada uma coluna para a validação e escolha entre as atividades de integração, denominada “atividades de validação”. A célula “A” de número 60 foi escolhida para a primeira linha de validação. Com a Linha 60 da célula “A” selecionada na barra de ferramentas selecionamos a lacuna “Dados” e “Validação de dados”. Abrirá instantaneamente uma janela onde escolheremos o critério de validação em lista. Na lacuna “Fonte” selecionaremos as células de A1 até A17 (Tabela 4).

A Tabela 5 traz a lista de rolagem para a seleção das atividades de integração de linhas de dutos em *topsides*.

Tabela 5 – Lista de validação de atividades de integração para linhas de dutos.

	A	B	C
59			
60	Atividades de validação		
61	Instalação e ereção de linhas de tubulação		
62	Pefuração de orifícios		
63	Chanfros e junções		
64	Cortes em chama		
65	Solda de topo		
66	Pré-aquecimento		
	Alívio de stress		
	Radiográфia de soldas		

Fonte: Próprio Autor.

Para a localização das estimativas homens-hora no banco de dados referentes a cada atividade, será necessário criar listas de validação em cascata para as componentes combinantes apresentadas na seção 3.2 para cada atividade de integração.

A Tabela 6 simula a lista de componentes dependentes (materiais, diâmetro e espessura) para instalação e ereção de tubulações, que quando combinados nos possibilitará localizar as estimativas homens-hora no banco de dados.

Tabela 6 – Lista de validação de atividades de instalação para linhas de dutos

	D	E	F	G
1	Material	Material	Material	Material
2	instalação e ereção de linhas de tubulações			
3	Aço Carbono			
4	Aço Inoxidável			
5	Duplex			
6	Diâmetro	Diâmetro	Diâmetro	Diâmetro
7	instalação e ereção de linhas de tubulações	instalação e ereção de linhas de tubulações	instalação e ereção de linhas de tubulações	
8	Aço Carbono	Duplex	Aço Inoxidável	
9	1/4"	1/4"	1/4"	
10	3/8"	3/8"	3/8"	
11	1/2"	1/2"	1/2"	
12	3/4"	3/4"	3/4"	
13	1"	1"	1"	
14	1-1/4"	1-1/4"	1-1/4"	
15	1-1/2"	1-1/2"	1-1/2"	
16	2"	2"	2"	
17	2-1/2"	2-1/2"	2-1/2"	
18	3"	3"	3"	
19	3-1/2"	3-1/2"	3-1/2"	
20	4"	4"	4"	
21	5"	5"	5"	
22	6"	6"	6"	
23	8"	8"	8"	
24	10"	10"	10"	
25	12"	12"	12"	
26	14"	14"	14"	
27	16"	16"	16"	
28	18"	18"		
29	20"			
30	24"			
31	Espessura	Espessura	Espessura	Espessura
32	instalação e ereção de linhas de tubulações	instalação e ereção de linhas de tubulações	instalação e ereção de linhas de tubulações	
33	Aço Carbono	Duplex	Aço Inoxidável	
34	sch20	sch40s	sch05s	
35	sch30	sch80s	sch10s	
36	sch40		sch40s	
37	sch60		sch80s	
38	sch80			
39	sch100			
40	sch120			
41	sch140			
42	sch160			
43	STD			

Fonte: Próprio Autor.

Com finalidade didática, foram atribuídas colorações diferentes para componentes de validação combinantes (células em verde), atividades relativas (em azul) e materiais que relacionam as dependências (em cinza). Para a sequência de atividades que não serão aqui demonstrados seus critérios de validação, cabe lembrar que seguirão o mesmo modelo discriminado na Tabela 9. As células em verde sempre corresponderão às categorias de dependência de informações descritas na seção 3.2 e as células em azul sempre às atividades correspondentes. Para atividades de validação de linhas de dutos que dependem de outros componentes de validação, serão criadas outras séries combinantes, como a mostrada na Tabela 6, que corresponderão às novas combinantes. Para atividades que apresentam dependentes similares, as colunas e células livres serão utilizadas para anexo de informações.

Agora, serão atribuídas para a série de dependência de material uma lógica de contagem. É valido lembrar que o processo se repete para cada categoria de validação em dependência (material, diâmetro e espessura). Dentro da célula escolhida para abrir a “contagem material” será inserida a lógica presente na Fórmula (3).

$$=SE(A60="Instalação e ereção de linhas de tubulações"; CORRESP(A60;D2:F2;0);SE(A60="Outra atividade"; CORRESP (A60;D2:F2;0);0) \quad (3)$$

Traduzindo a lógica apresentada pela Fórmula (1), dentro do condicional da função SE devemos escolher dentre um teste lógico valores verdadeiros e falsos. Logo, abrindo a função SE, como teste lógico informamos que se a célula A60 (Tabela 5) conter “Instalação e ereção de linha de tubulações” o valor verdadeiro será localizar a célula A60, dentro de do espaçoamento D2 até F2 (Tabela 6) e assim plotar sua posição relativa. A condição de valor falso abrirá uma outra condição SE, que será programada com outra atividade de integração de dutos com ordem de dependência de material.

A função DESLOC terá o objetivo de plotar valores específicos determinados pela posição definida através da função CORRESP, Fórmula (3). A Fórmula (4) indica a formulação da função DESLOC para a validação de material.

$$=DESLOC(D3;0;H8-1;3;1) \quad (4)$$

Explicitando a fórmula DESLOC, o primeiro input de informação é a referência, ou seja, a linha de referência para a partir daí começar a plotar os resultados, logo escolhemos a célula D3 (Tabela 6). A segunda sintaxe é zero, pelo fato de não querermos imprimir linhas e sim colunas. Na sintaxe de colunas, colocaremos a localização da célula de contagem para material que se encontra a função CORRESP, logo chamamos a célula H8 (escolha arbitrária para abrigar a coluna de contagem para material). Como queremos imprimir os dados referentes ao aço carbono, aço inox e duplex, colocamos “3” no referencial de altura de impressão e “1” no referencial de quantidades de colunas.

Agora, validaremos a célula ao lado de “atividades de validação” para abrigar as informações provenientes de “material”. Validaremos a célula B60 com a função DESLOC. Ao marcar a célula C60, selecionaremos na barra de ferramentas “Dados” e “Validação de dados”. Dentro do critério de validação colaremos a função DESLOC, correspondente à Fórmula (4). A Tabela 7 mostra os valores impressos para a escolhas dos possíveis materiais relacionados à atividade selecionada.

Tabela 7 – Validação de material.

	A	B	C
59	Atividades de validação	Material	
60	instalação e ereção de linhas de tubulação	Aço Carbono	
61		Aço Carbono	
62		Aço Inoxidável	
63		Duplex	
64			

Fonte: Próprio Autor.

O processo de validação segue da mesma maneira. O objetivo agora é relacionar O tipo de material selecionado com diâmetros específicos de dutos. A diferença é que agora temos mais uma condicional dependente. A Fórmula (5) apresenta a lógica que compõe a lógica de contagem para diâmetros.

$$\begin{aligned}
 &=SE(E(A60=D7;B60=D8);CORRESP(A60;D7:F7;0);SE(E(A60= \\
 &\quad \D7;B60=E8);CORRESP(A60;D7:F7;0)+1;SE(E(A60= \\
 &\quad \D7;B60=F8);CORRESP(A60;D7:F7;0)+2;0)))
 \end{aligned} \tag{5}$$

Como a determinação do diâmetro é diretamente dependente da seleção da atividade e do material, usaremos a condicional da função E dentro de SE. Ao abrir a função SE abrimos a função E, e assim informamos na lógica que se a célula A60 (Tabela 5) for igual a célula D7 (Tabela 6) e a célula B60 (Tabela 5) for igual a célula D8 (Tabela 5), o valor verdade traz a função CORRESP que localizará a posição desejada para a futura impressão de dados. O valor falso segue o mesmo padrão para formulação de outras atividades.

Anexaremos a função CORRESP, Fórmula (5), dentro da função DESLOC para depois validar a célula C70 para os diâmetros atrelados ao tipo de atividade desejada e o tipo de material selecionado.

A Fórmula (6) traz a função DESLOC para as condições relacionadas aos diâmetros. A única diferença encontra-se na quantidade de linhas impressas (22 linhas), partindo da célula D9 (Tabela 6).

$$=DESLOC(\$D\$9;0;H9-1;22;1) \quad (6)$$

Ao validar a célula C60 com a função DESLOC, Fórmula 4, a Tabela 8 nos mostra a sequência de dependência atrelada até a determinação de diâmetros.

Tabela 8 – Validação de diâmetro

	A	B	C
59	Atividades de validação	Material	Diâmetro
60	instalação e ereção de linhas de tubulação	Aço Carbono	12"
61			8"
62			10"
63			12"
64			14"
65			16"
66			18"
			20"
			24"

Fonte: Próprio Autor.

Para finalizar esse exemplo didático de validação, é preciso relacionar o formulário de validação correspondente às espessuras atreladas aos diâmetros e materiais.

Como a validação das espessuras dependem da validação das atividades, célula A60 (Tabela 5), e da validação do tipo de material, célula B60 (Tabela 7), será apresentado pelas Fórmulas (7) e (8) o formulário para a validação da célula D60. Como a sequência de validação segue o mesmo exemplo apresentado para a validação de diâmetros, o formulário será fornecido sem apresentação.

$$=DESLOC(\$D\$34;0;G13-1;12;1) \quad (7)$$

=SE(E(A60=\$D\$32;B60=\$D\$33);CORRESP(A60;D32:F32;0);SE(E(A60=

$$=\$D\$32;B60=\$E\$33);CORRESP(A60;D32:F32;0)+1;SE(E(A60= \quad (8)$$

\$D\$32;B60=\$F\$33);CORRESP(A60;D32:F32;0)+2;0)))

Ao validar a célula D60 com a função DESLOC, Fórmula (8), a Tabela 9 fornece a cadeia de sequenciamento dependente para a localização de estimativas homens-hora, provenientes do banco de dados para instalação e ereção de linhas de dutos, está pronta.

Tabela 9 - Validação de espessura

	A	B	C	D
59	Atividades de validação	Material	Diâmetro	Espressura
60	instalação e ereção de linhas de tubulação	Aço Carbono	10"	sch40 sch20 sch30 sch40 sch60 sch80 sch100 sch120 sch140
61				
62				
63				
64				
65				
66				
67				
68				

Fonte: Próprio Autor.

Para interligar a folha de descrição de atividades com as páginas de banco de dados, programaremos a célula E60 com a função condicional SE e PROCV.

A Fórmula (9) refere-se ao formulário utilizado para programar a célula E60 para a localização de estimativa homens-hora nos bancos de dados correspondentes a cada atividade.

$$\begin{aligned}
 &=SE(A60="Instalação e ereção de linhas de tubulações"; \\
 &\text{PROCV}(B60\&C60\&D60;"Instalação e ereção de tubos !\$A\$3:\$D\$344\& (9) \\
 &'Instalação e ereção de tubos !\$A\$3:\$D\$344\& \\
 &'Instalação e ereção de tubos !\$A\$3:\$D\$344;5;FALSO);SE(A60="outra atividade"....))
 \end{aligned}$$

3.4 Análise de projetos de instalação

Foi tomado como ponto de partida deste estudo analisar projetos passados de integração e instalação de *topsides*, incluindo as respectivas cartas de rastreamento de serviços, para a compreensão das atividades comumente realizadas em operações que envolvem a instalação de sistemas que compõem módulos de *topsides*. Foram analisados dois projetos de integração de *topsides*, instalados na Nigéria pela Subsea 7 S.A, envolvendo a integração de módulos de *piperack*, *flare*, *laydown*, compressão e processamento de fluidos; Compondo serviços de instalação de instrumentação E&I, equipamentos (filtros, compressores, separadores...) e dutos para interligação de fluidos produzidos com a planta de processamento.

Com base nesses projetos e com o auxílio dos manuais de homens-hora utilizados como referência a este estudo, foram classificados alguns parâmetros para as atividades de instalação frequentemente realizadas à cada sistema, assim como, diâmetros e espessuras de dutos mais utilizados, equipamentos mais instalados, e respectivas composições de atividades para sua instalação. Com a lista de atividades e parâmetros frequentemente observados, podemos compor uma amostra em homens-hora por toneladas de material instalado à cada sistema.

3.5 Seleção das atividades offshore para estimativas HH/t

As listas de atividades para cada sistema de instalação que compõe esta seção extrapolam as atividades observadas nos projetos referidos na seção 3.2. Todas as atividades listadas para o estudo de estimativas de horas de trabalho por toneladas fazem parte da composição de atividades presentes nos manuais de estimativa homens-hora referidos neste estudo.

Com o auxílio das cartas de rastreamento de serviços (*job cards*) para os projetos citados, tornou-se possível relacionar as atividades contidas nos manuais de estimativas homens-hora com a equipe de montagem e integração responsável pela execução das atividades.

Será apresentada a moda para as atividades comumente realizadas para trabalhos de instalação de dutos, caso haja o interesse, estão à disposição dos interessados na documentação adicional a este estudo a composição de trabalho para equipamentos e instrumentação E&I.

3.5.1 Atividades de composição de trabalho para instalação de dutos

A Tabela 10 apresenta a seleção de atividades frequentemente realizadas em alto-mar para a integração de dutos. São relacionados os operários diretos responsáveis pela execução de cada atividade e as respectivas unidades de medida em homens-hora encontradas em Page (1999b).

Tabela 10 - composição de atividades comumente realizadas para dutos

Atividades	Unidades	Operários
Manuseio e montagem de dutos pré-fabricados	HH/pés	Ajustadores/Carregadores
Conexões de acessórios e válvulas em linha	HH/operação	Ajustadores
Instalar flanges de conexões	HH/operação	Ajustadores/Soldadores
Aparafusar junções e válvulas em linha	HH/operação	Técnicos de torque
Solda manual de tubos (<i>Butt weld</i>)	HH/operação	Soldadores
Corte em chama de dutos	HH/operação	Ajustadores
Pré-aquecimento	HH/operação	Soldadores
Alívio de stress local	HH/operação	Técnicos NDT
Inspeção radiográfica	HH/operação	Técnicos NDT
Teste hidrostático	HH/operação	Técnicos NDT
Teste de vazamento de tubulação	HH/operação	Técnicos NDT
Pintura	HH/Pés ²	Técnicos de isolamento

Fonte: Próprio autor

Dispondo das atividades regularmente praticadas nas instalações de dutos e conexões de tubos, carece a compreensão da concepção de práticas realizadas para cada atividade para o entendimento global do que compõem as estimativas de trabalho para cada atividade.

As práticas e conteúdo de trabalho para cada atividade relacionada na Tabela 10, são detalhadas:

- Manuseio e montagem de dutos pré-fabricados: as horas de trabalho envolvidas correspondem apenas à mão de obra para manuseio e transporte de dutos pré-fabricados do pátio de armazenamento até o ponto de instalação, incluindo descarga e alinhamento;
- Conexões de acessórios e válvulas em linha: estimativas em horas apenas para a conexão de acessórios e válvulas em linhas de dutos;
- Instalar flanges de conexões: horas apenas para trabalho de conexão de flanges em terminações e junções de dutos;
- Aparafusar junções e válvulas em linha: horas relativas apenas a torque em parafusos para conexão de flanges conectadoras de válvulas;
- Solda manual de tubos: horas para solda de dutos em dutos ou acessórios em dutos;
- Corte em chama de dutos: A operação de corte em chamas contém estimativas em horas para cortes de dutos sobressalentes, instalação de acessórios e ajustes de campo;
- Pré-aquecimento: horas para teste NDT (testes não destrutíveis) de soldas;
- Alívio de stress local: horas para teste NDT de soldas;
- Inspeção radiográfica: horas para teste NDT de soldas;
- Teste de vazamento de tubulação: o teste de vazamento é feito após as operações de testes NDT em soldas;
- Teste hidrostático: o teste hidrostático é executado após todas as atividades listas acima, a fim de testar as linhas de tubo antes do início da produção;
- Pintura: horas para pintura de linhas ou instalação de sistemas de isolamentos em dutos.

4 RESULTADOS

A presente seção mostrará quais parâmetros foram determinantes nas análises feitas em projetos de integração de *topside* para a determinação de estimativas homens-hora por toneladas dos sistemas de instalação (Dutos, Equipamentos e Instrumentação elétrica E&I) com base na composição da moda.

4.1 Estatísticas homens-hora por toneladas (HH/t)

Tendo selecionado as atividades realizadas com maior frequência em ambiente offshore para cada sistema sinalizado, será possível extrapolar alguns parâmetros encontrados em projetos e relacionar a quantidade em homens-hora para a execução de atividades contidas nos manuais. Com os parâmetros de projetos apresentados na sequência deste estudo e com o escopo das atividades listadas nas subseções da seção 3.2 para atividades realizadas com maior frequência em ambiente *offshore*, será possível estimar coeficientes em unidades de homens-hora por toneladas com base nas estimativas contidas nos manuais de referência a este estudo.

4.1.1 Estimativa homens-hora por toneladas para integração de dutos

Com referência aos projetos instalados pela Subsea 7 S.A, observa-se que para a integração e montagem de dutos em módulos de *topsides*, os diâmetros para tubos mais utilizados nas infraestruturas modulares são entre 4" até 24", para espessuras de 60 até 160 SCH (Schedule⁶), considerando tubos de aço carbono.

⁶ Número de schedule: Valores aproximados para a expressão 1000P/S. Onde P é a pressão de serviço e S é o máximo estresse permitido para o material, ambos em psi.

Com base nesses parâmetros e com outros parâmetros de hipótese de projeto que ainda serão apresentados, com a utilização de Page (1999b) e as atividades selecionadas, Tabela 10, o presente estudo torna-se possível.

A Tabela 11 nos mostra estimativas homens-hora para atividades de manuseio e montagem de dutos pré-fabricados em aço carbono, para os parâmetros selecionados. A Tabela 11 contém estimativas homens-hora para os parâmetros determinados, provenientes de Page (1999b, p.79), para instalação de tubos pré-fabricados.

Tabela 11 – Homens-hora para atividades de manuseio e montagem de dutos pré-fabricados

Diâmetros (Polegadas)	HH/pés	HH/pés	HH/pés	HH/pés
	60 SCH	80 SCH	120 SCH	160 SCH
4	0,41	0,52	0,66	0,66
5	0,44	0,57	0,72	0,72
6	0,47	0,64	0,84	0,84
8	0,57	0,81	0,99	0,99
10	0,72	1,00	1,38	1,38
12	0,88	1,23	1,69	1,69
14	1,01	1,46	2,01	2,01
16	1,27	1,71	2,34	2,34
18	1,48	1,96	2,69	2,69
20	1,74	2,22	3,04	3,04
24	1,94	1,51	3,43	3,43
Média	0,99	1,24	1,80	1,80

Fonte: Próprio Autor

É de interesse desse estudo converter as estimativas em homens-hora contidas em Page (1999b) para unidades em toneladas. Para isso, as unidades para montagem e manuseio de dutos pré-fabricados, em homens-hora/pés, devem ser convertidas para unidades em homens-hora/toneladas de material instalado. Primeiramente a unidade de comprimento em pés (*foot*) será convertida para metros, dividindo as estimativas em horas/pés por 0,304 (coeficiente de conversão de pés para metros).

Usaremos agora o catálogo Cauvin (2001), usado para seleção de dutos e junções por empresas prestadores de serviço de construção, para identificar o peso relativo para as unidades de tubos, com base nos parâmetros levantados.

A Tabela 12 traz estimativas em unidades quilograma/metro provenientes de Cauvin (2001) para dutos de aço carbono entre 4" à 24" com espessuras de parede de 60 a 160 Schedule.

Tabela 12 – Unidades de peso por metro para dutos de aço carbono

Diâmetros (Polegadas)	Kg/metro	Kg/metro	Kg/metro	Kg/metro
	60 SCH	80 SCH	120 SCH	160 SCH
4	19,00	22,00	28,00	34,00
5	28,00	31,00	40,00	49,00
6	37,00	43,00	54,00	67,00
8	53,00	65,00	90,00	111,00
10	81,00	96,00	133,00	172,00
12	109,00	132,00	187,00	230,00
14	127,00	158,00	219,00	281,00
16	160,00	203,00	286,00	365,00
18	206,00	254,00	363,00	459,00
20	248,00	311,00	441,00	564,00
24	355,00	441,00	639,00	809,00
Média	129,36	159,64	225,45	285,55

Fonte: Próprio Autor

Com base na média de peso para dutos apresentada na Tabela 12, temos uma estimativa geral de 200 Kg/metro para os dutos selecionados. Logo, para atividades de instalação que correspondem a estimativas em homens-hora por quantidades de operações realizadas, foi observado nos projetos utilizados como referência deste estudo, o número de operações realizadas à cada 5 metros de linhas de dutos (*piping*), caracterizando 1 (uma) tonelada em média, e com isso possibilitando a conversão de estimativas em homens-hora por quantidade de operações realizadas para o padrão de estimativas em homens-hora por toneladas de dutos instalados. Utilizando as estimativas em quilograma/metro contidas na Tabela 12, podemos converter as estimativas, da Tabela 11, em homens-hora/pés de manuseio e montagem de dutos pré-fabricados em aço carbono, para estimativas em homens-hora por toneladas.

A Tabela 13 contém estimativas em homens-hora por toneladas para a atividade de manuseio e montagem de dutos pré-fabricados em aço carbono.

Tabela 13 – Homens-hora para montagem e manuseio de dutos pré-fabricados em aço carbono

Diâmetros (Polegadas)	HH/t	HH/t	HH/t	HH/t
	60 SCH	80 SCH	120 SCH	160 SCH
4	70,98	77,75	77,54	63,85
5	51,69	60,48	59,21	48,34
6	41,79	48,96	51,17	41,24
8	35,38	40,99	36,18	29,34
10	29,24	34,27	34,13	26,39
12	26,56	30,65	29,73	24,17
14	26,16	30,40	30,19	23,53
16	26,11	27,71	26,91	21,09
18	23,63	25,38	24,38	19,28
20	23,08	23,48	22,68	17,73
24	17,98	11,26	17,66	13,95
Média	33,87	37,39	37,25	29,90

Fonte: Próprio Autor.

A Tabela 14 apresenta homens-hora por unidades de operações contidas em Page (1999b, p.82), para atividades de conexões de acessórios e válvulas em linha de dutos convertidas em homens-hora por toneladas. Utilizasse como parâmetros para este estudo, a instalação média de 3 unidades, sejam elas acessórios ou válvulas, a cada 5 metros de linhas de dutos.

Tabela 14 – Homens-hora para conexões de acessórios e válvulas em linha de dutos (aço carbono).

Diâmetro (polegadas)	HH/cada operação	HH/t
4	1,6	4,8
6	2,3	6,9
8	2,8	8,4
10	3,4	10,2
12	3,9	11,7
14	4,2	12,6
16	4,5	13,5
18	4,8	14,4
20	5,1	15,3
24	5,5	16,5
Média	3,81	11,5

Fonte: Próprio Autor.

A Tabela 15 traz estimativas contidas em Page (1999b, p.85-89), para a instalação de diversos tipos de flanges de conexões em homens-hora por quantidade de operações realizadas. As estimativas em homens-hora por unidades de operação contidas na Tabela 15 para cada diâmetro relacionado, correspondem respectivamente a média encontrada para o *rating* de pressão-temperatura (classe de dutos, acessórios e flanges) entre flanges de 900# à 1500#, para cada diâmetro apresentado. Considerou-se para este estudo a média de 3 junções de linhas de dutos com flanges, a cada 5 metros de dutos instalados, caracterizando a estimativa em toneladas.

Tabela 15 – Homens-hora para atividades de ajustes e instalação de flanges convertidas em unidades de toneladas.

Diâmetro (polegadas)	HH/ cada operação	HH/t
4	4,5	14
6	6,5	20
8	8	24
10	9	27
12	10	30
14	11	33
16	11,5	35
18	14,5	44
20	16	48
24	21	63
Média	11,2	33,6

Fonte: Próprio Autor.

A Tabela 16 indica as estimativas em homens-hora por unidades de operações contidas em Page (1999b, p.84), para atividades de apertos em parafusos de flanges ou válvulas. As estimativas em homens-hora por unidades de operação contidas na Tabela 16 para cada diâmetro relacionado, correspondem respectivamente a média encontrada para o *rating* de pressão-temperatura de parafusos para junções de flanges ou válvulas entre 900# a 1500#, para cada diâmetro apresentado. Considerou-se para este estudo a média de apertos de agrupamentos de parafusos de 3 flanges de junções ou válvulas de linhas de dutos, a cada 5 metros de dutos instalados.

Tabela 16 – Homens-hora para rosqueio ou aperto de parafusos de flanges de junções de linhas de dutos e válvulas.

Diâmetro (polegadas)	HH/ cada operação	HH/t
4	1,9	5,7
6	2,3	6,9
8	3,3	9,9
10	4,2	12,6
12	5,3	15,8
14	5,9	17,7
16	6,7	20,1
18	7,5	22,5
20	8,5	25,5
24	10,1	30,3
Média	5,6	16,7

Fonte: Próprio Autor

A Tabela 17 introduz estimativas de corte em chamas de dutos em homens-hora por unidades de operações realizadas presentes em Page (1999b, p.109). As estimativas em homens-hora contidas na Tabela 17 trazem à média atribuída para espessuras de paredes de dutos entre 60 à 160 *schedule*. Foram considerados para conversão em homens-hora por toneladas, um corte em chama à cada 5 metros de linhas de dutos.

Tabela 17 – Homens-hora para atividades de corte em chamada.

Diâmetro (polegadas)	HH/ cada operação	HH/t
4	0,4	0,4
6	0,6	0,6
8	0,8	0,8
10	1,2	1,2
12	1,6	1,6
14	1,9	1,9
16	2,3	2,3
18	2,8	2,8
20	3,3	3,3
24	4,6	4,6
Média	1,9	1,9

Fonte: Próprio Autor.

A Tabela 18 fornece estimativas para atividades de soldas manuais em homens-hora por unidades de operações contidas em Page (1999b, p. 93). As estimativas em homens-hora contidas na Tabela 18 correspondem à média atribuída para espessuras de dutos entre 60 à 160 *schedule*. Considerasse uma operação de soldagem de linhas de dutos à cada 5 metros.

Tabela 18 – Homens-hora para atividades de soldas manuais.

Diâmetro (polegadas)	HH/ cada operação	HH/t
4	2,3	2,3
6	3,3	3,3
8	5,2	5,2
10	8	8
12	10,5	10,5
14	14	14
16	17	17
18	22	22
20	26,5	26,5
24	37	37
Média	14,58	14,6

Fonte: Próprio Autor.

A Tabela 19 relata as estimativas para atividades de pré-aquecimento de soldas manuais em homens-hora por unidades de operações realizadas, contidas em Page (1999b, p.121). Foram consideradas para conversão em homens-hora por toneladas, uma operação de pré-aquecimentos em soldas à cada 5 metros de linhas de dutos (*piping*).

Tabela 19 – Homens-hora para atividades de pré-aquecimento de soldas em linhas de dutos.

Diâmetro (polegadas)	HH/ cada operação	HH/t
4	1,20	1,20
6	1,30	1,30
8	1,75	1,75
10	2,60	2,60
12	3,50	3,50
14	4,50	4,50
16	5,70	5,70
18	7,40	7,40
20	9,10	9,10
24	10,80	10,80
Média	4,79	4,8

Fonte: Próprio Autor.

A Tabela 20 introduz estimativas para atividades de alívio de stress local em homens-hora por unidades de operações contidas em Page (1999b, p.126). Foram consideradas para conversão em homens-hora por toneladas, uma operação de alívio de stress local em regiões soldadas à cada 5 metros de linhas de dutos.

Tabela 20 – Homens-hora por operação de alívio de estresse local em *regiões soldadas*.

Diâmetro (polegadas)	HH/ cada operação	HH/t
4	0	0
6	0	0
8	5,9	5,9
10	6,3	6,3
12	7,1	7,1
14	7,5	7,5
16	8,3	8,3
18	11,6	11,6
20	9,2	9,2
24	10,2	10,2
Média	6,61	6,60

Fonte: Próprio Autor.

A Tabela 21 nos traz estimativas para atividades de inspeções radiográficas em regiões soldadas em homens-hora por unidades de operações realizadas, contidas em Page (1999b, p.129). Foram consideradas para conversão em homens-hora por toneladas, uma operação de inspeção radiográfica por região soldada à cada 5 metros de linhas de dutos.

Tabela 21 – Homens-hora por operações de inspeções radiográficas de soldas.

Diâmetro (polegadas)	HH/cada operação	HH/t
4	1,3	1,3
6	1,6	1,6
8	1,8	1,8
10	2,0	2,0
12	2,2	2,2
14	2,4	2,4
16	2,7	2,7
18	3,0	3,0
20	3,3	3,3
24	4,1	4,1
Média	2,4	2,4

Fonte: Próprio Autor.

A Tabela 22 mostra estimativas para operações de teste hidrostático, sendo as mesmas estimativas consideradas para teste de vazamento de fluido, em linhas de dutos por unidades em homens-hora por pés, contidas em Page (1999b, p.132). Primeiramente, considerou-se a conversão de pés para metro, dividindo a estimativa por 0,304 (coeficiente de conversão). Feito isso, usou-se a relação média de 200 kg/metro de dutos para a conversão da estimativa em homens-hora por toneladas.

Tabela 22 – Homens-hora para atividade de teste hidrostático em linhas de dutos.

Diâmetro (polegadas)	HH/pés	HH.metro	HH/t
4	0,030	0,099	0,493
6	0,040	0,132	0,658
8	0,050	0,164	0,822
10	0,060	0,197	0,987
12	0,060	0,197	0,987
14	0,080	0,263	1,316
16	0,100	0,329	1,645
18	0,130	0,428	2,138
20	0,160	0,526	2,632
24	0,230	0,757	3,783
Média	0,094	0,309	1,6

Fonte: Próprio Autor.

A Tabela 23 traz estimativas média em homens-hora, contidas em Page (1999b, p.205), para atividades de instalação e desinstalação de andaimes, antes e depois do início de cada operação. As estimativas para instalação e desmontagem de andaimes, são apresentadas em seções de instalação. Cada seção de andaimes corresponde a um volume de andaimes estimados em 175 ft³ (5 m³). A estimava de peso para seções de andaimes de 5 m³, correspondem a 200 kg. Com isso tornasse possível a estimativa em homens-hora por toneladas de instalação e desmontagem de andaimes.

Tabela 23 – Homens-hora para solda na posição de fixação

HH/montagem da seção	HH/desmontagem da seção	Kg (seção)	HH/t
1,2	0,8	200	10

Fonte: Tabela criada pelo próprio autor

Todas as tabelas apresentadas até o presente momento nos fornecem uma estimava total em homens-hora por toneladas para a composição de atividades médias para trabalhos offshore realizados comumente nas instalações de linhas de dutos. A Tabela 24 lista as estimativas em homens-hora por toneladas para cada atividade, relacionada com os respectivos operários para a execução das tarefas.

Tabela 24 – Composição de trabalho em horas-homens por tonelada para a instalação de linhas de dutos de aço carbono.

Operações Offshore para dutos	HH/t	Operários
Manuseio e montagem de dutos pré-fabricados	34,60	Ajustadores/Carregadores
Conexões de acessórios e válvulas em linha	11,5	Ajustadores
Instalar flanges de conexões	33,6	Ajustadores/Soldadores
Aparafusar junções e válvulas em linha	16,7	Técnicos de torque
Solda manual de tubos (Butt weld)	14,6	Soldadores
Corte em chama de dutos	1,9	Ajustadores
Pré-aquecimento	4,8	Soldadores
Alívio de stress local	6,6	Técnicos NDT
Inspeção radiográfica	2,4	Técnicos NDT
Teste hidrostático	1,6	Técnicos NDT
Teste de vazamento de fluídos	1,6	Técnicos NDT
Total	130	
Pintura	10	Técnicos de isolamento
Instalação de andaimes	10	Técnicos de andaimes

Fonte: Próprio Autor.

Com base nos dados apresentados da Tabela 25, podemos atribuir horas de trabalho envolvidos na instalação de dutos, com base na quantidade em peso (toneladas) instaladas, para o pessoal operacional envolvido na instalação. A Tabela 25 relaciona a quantidade de trabalho em homens-hora por toneladas para cada operário.

Tabela 25 – Homens-hora por categorias de operários envolvidos na instalação de dutos.

Operários	HH/t
Carregadores	26
Ajustadores	38
Técnicos de torque	17
Soldadores	35
Técnicos NDT	13
Técnicos de isolação	10
Técnicos de andaimes	10

Fonte: Próprio Autor.

4.1.2 Estimativa homens-hora por toneladas para integração de instrumentação E&I

Com base na moda amostral para as atividades e materiais frequentemente instalados, a Tabela 26 atribui uma média de 285 HH/t para a composição de trabalhos relacionadas a instalação de equipamentos E&I.

Tabela 26 – Homens-hora por toneladas para composição de trabalhos em instrumentação E&I

Atividades	HH/t	Operários
Instalação de equipamentos elétricos	167	Técnicos E&I/Carregador
Instalação de equipamentos de instrumentação	145	Técnicos E&I/Carregador
Instalação de equipamentos de baixa corrente	210	Técnicos E&I/Carregador
Instalação de rotas de cabos	33	Técnicos E&I/Carregador
Instalação de cabos e conduits	883	Técnicos E&I/Carregador
Instalação de terminações de cabos	400	Técnicos E&I/Carregador
Testes	158	Técnicos E&I/Carregador
Média	285	
Instalação de andaimes	10	Técnicos de andaimes

Fonte: Próprio autor

Tomando como base os dados apresentados da Tabela 26, podemos atribuir horas de trabalho envolvidos na instalação de equipamentos E&I para operários diretamente envolvidos na instalação com base na quantidade em peso de material E&I (toneladas) instalado. A Tabela 27 relaciona a quantidade de trabalho em homens-hora por toneladas para os operários envolvidos.

Tabela 27 – Homens-hora por categorias de operários envolvidos na instalação de equipamentos E&I.

Operários	HH/t
Técnicos E&I	270
Carregador	30
Scaffolders	10

Fonte: Próprio Autor.

4.1.3 Estimativa homens-hora por toneladas para integração de equipamentos

Sabendo os equipamentos habitualmente instalados em plantas de *topsides*, e as principais atividades que envolvem sua instalação, podemos atribuir a média total em homens-hora para as atividades que compõem trabalhos de integração de equipamentos. A Tabela 28, por afim apresenta a média em homens-hora para atividades gerais que compõem a instalação dos equipamentos relacionados.

Tabela 28 – Homens-hora totais por tonelada de instalação de equipamentos

Atividades	HH/t	Operários
Atividades de instalação de equipamentos	44	Mecânicos/Carregadores/Ajustadores
Alinhamento de equipamentos	11	Ajustadores
Soldagem	25	Soldadores
Instalação de sistema de isolação	9	Técnicos de isolação
Média	89	
Instalação de andaimes	10	Técnicos de andaimes

Fonte: Tabela criada pelo próprio autor

As estimativas em homens-hora por toneladas de equipamentos instalados referentes ao seu pessoal de operação para a execução, são enticadas na Tabela 29.

Tabela 29 – Homens-hora totais por tonelada de instalação de equipamentos.

Operários	HH/t
Ajustadores	22
Carregadores	11
Mecânicos	22
Soldadores	25
Técnicos de isolação	9
Média	89

Fonte: Tabela criada pelo próprio autor.

4.2 Método de cálculo para pessoas a bordo

Esta secção visa introduzir a base de cálculo para o dimensionamento de tripulação offshore com base nas estimativas horas-homens. O método de cálculo apresentado será utilizado dentro das ferramentas de estimativas apresentadas nas próximas secções.

Para o cálculo do número de pessoas a bordo para o projeto, levasse em consideração as estimativas homens-hora para toda a população de montagem produtiva, o fator de produtividade da equipe e a campanha em dias para a conclusão das atividades. A campanha (quantidade em dias para a realização do trabalho) deve ser atribuída em conjunto com o fator de produtividade diário para a equipe. Normalmente as equipes de instalação de *topsides* trabalham 24 horas por dia, sendo divididas em dois turnos de trabalho, diurno e noturno. O fator de produtividade é mensurado referente a quantidade de horas efetivamente trabalhas (horas produtivas) em turnos de 12 horas. O presente estudo trará como referência para o cálculo de pessoas a bordo as estimativas médias de horas de trabalho produtivo por turno, referente ao acompanhamento feito pela Subsea 7 S.A na instalação de projetos na Nigéria, considerando mão de obra africana.

A média de trabalho produtivo diária para a tribulação em turnos diários (*day shift*) é de 6,5 horas dentro das 12 horas trabalhadas e 4,5 horas para a tripulação noturna (*night shift*) (Confidencialidade da Subsea 7 S.A)⁷.

⁷ O cálculo do fator de produtividade faz parte do documento adicional usado neste trabalho, proveniente de documentos classificados como privativos no termo de confidencialidade assinado pela Subsea 7 S.A.

As fórmulas (9) e (10) demonstradas na sequência esclarecem a forma de cálculo para pessoas a bordo (POB), servindo tanto para cálculos estimativos de responsabilidades para operários por nichos de pacotes de trabalhos ou para estimativas gerais de projeto.

$$\text{POB (Turno diurno)} = \frac{\text{HH planejado}}{\text{Campanha diária X Fator de produtividade}} \quad (9)$$

$$\text{POB (Turno noturno)} = \frac{\text{HH planejado}}{\text{Campanha diária X Fator de produtividade}} \quad (10)$$

Como exemplo de cálculo apresentado pela Fórmula (11), utilizaremos estimativas de 7,5 horas de trabalho produtivo para turno diurno. Para exemplificar o cálculo, suponhamos precisar saber o número total de soldadores necessários para executar a quantidade total de 180 HH (homens-hora) de trabalhos de soldagem para a conclusão de um específico pacote de serviço. Esperasse concluir esse pacote de serviços em 6 dias para assim começar outra atividade. Com a quantidade de horas de trabalho para as atividades de soldagem mais o fator de produção e a campanha diária, conseguimos estimar uma quantidade de 4 soldadores para a instalação do projeto em exemplo.

$$\text{Soldadores (Turno diurno)} = \frac{180 \text{ (HH)}}{6 \text{ (dias)} \times 7,5 \text{ (produtividade)}} = 4 \quad (11)$$

A forma de cálculo para POB proposta será utilizada tanto no método de estimativas de horas de trabalho por toneladas, quanto para estimar operários a partir da programação de atividades individuais.

5 APLICAÇÃO

Como aplicação para o estudo apresentado neste trabalho acadêmico, referente a produção de estimativas em homens-hora e pessoas a bordo na integração de sistemas sobre *topsides*, será proposto nesta seção a aplicação de um projeto de montagem e integração de sistemas sobre *topsides* executado pela Subsea 7 S.A, para avaliação do método de estimativa homens-hora aqui propostos.

O projeto de desenvolvimento alternativo é apresentado e discutido no Apêndice C. Tendo em mente as unidades de instalação e as condições apresentadas no projeto, esta seção tem a finalidade de expor as estimativas em homens-hora e pessoas abordo, sem restrições de equipe de trabalho, com base na moda feita para estimativas homens-hora por toneladas e programação de pacotes de trabalho com a ferramenta de validação de atividades em Excel.

5.1 Produção de conteúdo de instalação homens-hora/toneladas

Para a utilização do método de estimativa homens-hora por toneladas, precisamos determinar o peso (em toneladas) das linhas de tubulações e unidades elétricas que serão instaladas. Para isso foram utilizados documentos internos da Subsea 7 S.A⁸ como, desenhos isométricos e desenhos 3D's de todas as linhas de dutos relacionadas no projeto alternativo de desenvolvimento, Apêndice C, Tabela 34. Para cada tipo de duto utilizado, com a ajuda do catálogo de materiais Cauvin (2001), foram atribuídos as estimativas de peso por metro de tubo para todas as linhas de instalação contidas no projeto.

O Apêndice D traz a tabela contendo estimativas em toneladas para a instalação de todas as linhas de dutos apresentada na descrição do projeto, Apêndice C.

⁸ O pacote de desenhos técnicos para a instalação do projeto é fornecido na pasta nomeada "Proj. Alt. Dev." dentro da documentação adicional para o projeto.

A coluna de atividades, Apêndice D, sinaliza a descrição das atividades. Ao lado, a coluna de comprimento, mostra estimativas em metros (considerando a extensão de flanges de junções) das linhas de dutos que devem ser instaladas. Para o cálculo da extensão das linhas, os respectivos desenhos isométricos foram utilizados para o dimensionamento. A coluna de válvulas corresponde ao peso das válvulas contidas em cada isométrico. A coluna de peso por metros faz parte das estimativas contidas no catálogo Cauvin (2001) para as respectivas linhas de dutos. A última coluna da tabela nos fornece estimativas totais de peso (em toneladas) por unidade de instalação de dutos.

A estimativa de peso total será o *input* de informação da ferramenta homens-hora/toneladas criadas para cálculo automático, com os índices amostrais em toneladas para a composição de pacotes de trabalho em sistemas instalados sobre *topsides*.

O Apêndice E apresenta as estimativas de comprimento e peso para unidades de instalação de equipamentos E&I. As tabelas apresentadas no Apêndice E, trazem os materiais encontrados nas listas de compra (MTO⁹) para o projeto. As estimativas de comprimento, quantidade e peso para todas as tabelas apresentadas no Apêndice E, já haviam sido previamente calculadas na lista de compras de material elétrico (MTO) para o projeto.

Com as estimativas de peso para o pacote de instalação de dutos e equipamentos E&I, utilizaremos o modelo de estimativa homens-hora por toneladas criados em Excel com os dados de estimativas estatísticas para o pacote de trabalho atrelada à responsabilidade de pessoal.

⁹ A lista de MTO elétrico pode ser encontrada na pasta nomeada "MTO elec." Dentro da documentação adicional para este estudo.

A Tabela 30 demonstra a página de *input* de peso da ferramenta homens-hora/toneladas. Para atividades que constituem trabalhos em dutos, foram estimadas 8,6 toneladas de material a serem desinstalados e 64,9 toneladas de tubulações a serem instaladas, Apêndice D. Para equipamentos E&I foram estimadas 12,280 toneladas, Apêndice E. Ao inserir as respectivas estimativas de peso nas células em amarelo, automaticamente a estimativa de homens-hora é calculada ao lado.

Tabela 30 – primeira página do método de estimativa por toneladas

Sistemas de instalação	Coeficiente Dados estatísticos [HH/T]	Instalação Offshore Peso [Toneladas]	1	Desmontagem Offshore Peso [Toneladas]	0,5	Estimativa total (HH)
			Estimativa (HH)		Estimativa (HH)	
Equipamentos	99		0		0	0
Linhas de dutos (<i>Piping</i>)	150	64,900	9,735	8,600	645	10,380
Equipamentos E&I	310	12,280	3.807		0	3.807
Total		77,580	15.808	8,600	787	14311

Fonte: Próprio Autor.

Podemos notar as estimativas individuais para o pacote de trabalho médio envolvido nas instalações de dutos (11,877 HH), desinstalação de dutos (787 HH) e instalação de equipamentos E&I (3,807 HH). A linha de somatório total, com unidades em vermelho, apresenta somatórios parciais de estimativas de peso e homens-hora. Na coluna estimativa total (HH), notamos que com as estimativas para as composições de trabalho médio por toneladas (Dados estatísticos HH/T), obtivemos uma estimativa total de 16,595 homens-hora (HH) para a integração do projeto com base nas estimativas médias em HH/t.

A Tabela 31 utiliza os dados estatísticos, HH/t, atrelados à responsabilidade operacional para a integração de sistemas sobre *topsides*. Os dados estatísticos (HH/t) serão utilizados para a segmentação das estimativas totais em homens-hora.

Tabela 31 – Segunda página do método de estimativa por toneladas.

Sistemas de instalação	Produtivos direto										Produtivos indireto		POB Total	
	Ajustador (supervisor)	Ajustador	Soldador	Carregador (supervisor)	Carregador	Scaffolder (supervisor)	Técnicos de andaimes	Técnico de isolação	Técnico E&I (supervisor)	Técnico E&I	Técnico de Torque	Técnico NDT	Mecânico	
Equipamentos	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	-	-	0	0
Linhas de dutos (Piping)	594	1205	2422	868	1762	228	464	692	-	-	1246	900	-	10380
Equipamentos E&I	-	-	-	122	247	41	82	-	1094	2221	-	-	-	3807
Total	594	1205	2422	993	2017	270	549	692	1130	2294	1246	900	0	14311

Fonte: Próprio Autor.

Para o cálculo de pessoas a abordo, serão adotados alguns parâmetros. Há a necessidade de completar a integração da plataforma FD com a planta de processo para o recebimento dos novos poços em 90 dias corridos a partir do início das atividades. Discutiu-se para o projeto de integração alternativo utilizar apenas uma população de pessoal, considerando apenas turnos de trabalhos diurnos.

Como os manuais de estimativas homens-hora discutidos no presente estudo não fornecem estimativas de trabalho para escaladores (*rope access technician*), bombeiros, engenheiros de campo e outros trabalhadores de população produtiva, indireta e não-produtivos, é de responsabilidade do engenheiro de montagem e integração definir quais outros operários são necessários para a execução do projeto.

A Tabela 32 traz de forma simplificada a terceira e última página do método de estimativa homens-hora por toneladas. A forma de cálculo discutida na seção 4.3 é utilizada para o cálculo individual do número de operários. As estimativas presentes na Tabela 31 em homens-hora por classe operária são usadas para as estimativas de POB contidas na Tabela 32. As células amarelas, simulam, os parâmetros que podem ser alterados, recalculando a planilha.

Tabela 32 – Segunda página do método de estimativa por toneladas.

Parâmetros para cálculo de POB								
		Turno diurno						
		Operários	Turno diurno	HH teórico	POB teórico	POB	Campanha	HH real
Produtivos diretos	Ajustador (supervisor)	X	594	1,01	1	90	585	
	Ajustador	X	1.205	2,06	2	90	1170	
	Soldador	X	2.422	4,14	4	90	2340	
	Carregador (supervisor)	X	993	1,70	2	90	1170	
	Carregador	X	2.017	3,45	4	90	2340	
	Scaffolder (Supervisor)	X	270	0,46	1	90	585	
	Scaffolder	X	549	0,94	2	90	1170	
	Técnico de isolação	X	692	1,18	2	90	1170	
	Técnico E&I (supervisor)	X	1.130	1,93	2	90	1170	
	Técnico E&I	X	2.294	3,92	4	90	2340	
Produtivos indiretos	Técnico de torque	X	1.246	2,13	2	90	1170	
	Técnico NDT	X	900	1,54	2	90	1170	
	Mecânico	X	0	0,00	0	90	0	
Total			14,311	24,46	28	90	16380	

Fonte: Próprio Autor.

Como foi determinado condições de trabalho apenas em turnos diurnos, o POB é dimensionado com base nesse quesito, sem considerar restrições de equipes e programas de atividades diárias. As células que se referente a turnos noturnos foram escondidas para resumir as informações contidas na Tabela 32. Existe na planilha em Excel, fornecida no material adicional a este estudo, uma coluna de turno noturno igual à apresentada em células para o turno diurno. Nessas células é possível escolher os turnos de trabalho para cada operário, ao assinalar “X” tanto para turno noturno quando para o turno diurno, é condicionado dividir as estimativas contidas nas células de HH teórico (cinza) na metade, considerando metade das horas dimensionadas para turno de trabalho diurno e noturno. As células em HH teórico trazem as estimativas homens-hora contidas na Tabela 31 para cada operário. Assim sendo a coluna de POB teórico automaticamente calculada, usando as estimativas homens-hora teóricas.

Como a determinação do número de operários a bordo não podem apresentar estimativas “quebradas”, pois se trata de um número inteiro, as células em amarelo denominadas “POB” e “Campanha” servirão para recalcular da determinação de homens-hora (HH real) com base em números inteiros de POB que seriam arredondados pelo engenheiro responsável. As células em HH real são assim calculas, reorganizando a Fórmula (11), para os dados contidos nas células amarelas.

Analizando as estimativas de POB podemos determinar o número de 28 operários (16,380 HH) ao invés de 24,46 operários (14,311 HH), com base nas alterações necessárias.

5.2 Produção de listas de conteúdo de trabalho

Esta seção visa ordenar etapas de atividades, simulando a composição de pacotes de serviços de instalação, para cada atividade relacionada e discutida no Apêndice C. Para isso, será utilizado o método de validação em Excel desenvolvido. Como as páginas, programas em Excel, apresentam informações de rastreamento de serviços (cartas de serviços) para o projeto, além de cada informante de validação, os Apêndice F e G trazem tabelas, com informação resumida, criadas com base nas listas de pacotes de trabalhos de instalação para sistemas de instalação E&I e linhas de dutos desenvolvidas para o projeto. No documento adicional para esse estudo fornece a lista com os pacotes de trabalhos de instalação, para o projeto alternativo de integração desenvolvido com as listas de validação.

5.3 Comparaçao entre estimativas homens-hora e POB para o projeto

A Tabela 33 traz a comparação para as estimativas de horas de trabalho entre o método pré-projeto, homens-hora por toneladas e a programação de pacotes de atividades de serviços usando a validação em Excel.

Tabela 33 – Estimativas homens-hora e POB para o projeto alternativo de integração de *topside*.

Operários	Estimativas por toneladas de instalação		Estimativas por listas de conteúdo de trabalho	
	HH	POB	HH	POB
Ajustador	1755	3	2397	4
Carregador	3510	6	2706,5	5
Mecânico	-	-	-	-
Soldador	2340	4	853	2
Técnico E&I	3510	6	4059	7
Técnico de andaimes	1755	3	3312	5
Técnico de isolação	1170	2	21	1
Técnico NDT	1170	2	78	1
Técnicos de Torque	1170	2	652	1
Total	16,380	28	14,078	26

Fonte: Próprio Autor.

Se avaliadas separadamente por classes de operários, as estimativas em horas de trabalho determinadas pelo método HH/t, apresentam grandes distorções individuais em relação às listas de conteúdo de trabalho desenvolvida com o método de validação em Excel. Nota-se um erro geral de +14% entre as formas de estimativa de horas de trabalho. Isso é devido ao teto do número de POB feito na seção 5.1, Tabela 32. Que considerou uma população de trabalhos constantes ao longo da jornada de instalação de 90 dias. Se comparados nesse estágio sem utilizar o teto de estimativa do POB, a estimativa homens-hora utilizando o método HH/t apresenta um erro comparativo de + 1,7% em relação as listas de conteúdo de trabalho programadas. Logo, o erro se encontra na determinação do POB e não das estimativas homens hora.

Pode haver trabalhos não previstos nas listas de conteúdo de trabalho apresentadas nos Apêndices F e G para atividades de instalação de dutos e instrumentação elétrica E&I. Essas atividades não previstas devem aumentar as estimativas homens-hora referentes as listas de conteúdo de trabalho ao projeto. De qualquer modo, o erro de +1,7 estipulado para o método previsional HH/t é ótimo.

6 CONCLUSÃO

O planejamento e controle de horas de trabalho para atividades de montagem e integração sobre *topsides*, são determinantes para o dimensionamento adequado de população *offshore* para a instalação de um projeto. Os problemas de mobilização e manejo para a instalação de materiais modulares em territórios *offshore* remotos, devem ser estabelecidos antecipadamente de forma a prever quantidades de horas de trabalho e pessoas a bordo para a realização de projetos. O objetivo desse estudo foi propor um método de estimativa de horas de trabalho flexível, para a determinação de homens-hora com base em um escopo de trabalho pré-definido para sistemas de instalação sobre *topsides*. Com esse objetivo, o método estimativo homens-hora por toneladas (HH/t) foi construído.

O método de determinação de homens-hora por toneladas mostra-se viável em fases preliminares de avaliação de projetos, com estimativas de horas para trabalhos envolvidos em serviços de montagem e manutenção próximas da realidade encontrada em alto-mar. O método HH/t foi validado para os sistemas de instalação de linhas de dutos e equipamentos E&I. Como o projeto alternativo de desenvolvimento não consistiu na instalação de equipamentos, não foi possível testar as estimativas HH/t referentes aos equipamentos.

7 REFERÊNCIAS

- A. LE COTTY; SINGLE BUOY MOORINGS; M. SELHORST; GUSTO ENGINEERING. New Build Generic Large FPSO. **Offshore Technology Conference**, Houston, Texas, EUA, n. OTC 15311, p. 1-10, Maio 2003.
- ALMEIDA, J. **Tecnologias da Montagem Eletromecânica**. PETROBRAS - Petróleo Brasileiro S.A. Rio de Janeiro , p. 153. 2009.
- ARNOLD, K. E.; KARSAN, D. I. Topsides Facilities Layout Development. In: CHAKRABARTI, S. **Handbook of Offshore Engineering**. Plainfield, Illinois, USA: ELSEVIER, v. I, 2005. Cap. 10, p. 861-889.
- BARON, H. **The Oil & Gas Engineering Guide**. Paris, France: Editions TECHNIP, 2010.
- BENDIKSEN, T.; YOUNG, G. **Commissioning of Offshore Oil and Gas Projects: The Manager's Handbook**. 2. ed. Bloomington, Indiana: Authorhouse, 2015.
- CÂMARA BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO - CBIC. **MANUAL BÁSICO DE INDICADORES DE PRODUTIVIDADE NA CONSTRUÇÃO CIVIL**. Brásilia : [s.n.], v. 1, 2017.
- CAUVIN, T. **Matériel pétrole: Piping Equipment**. Le Havre, France: Tec & Doc Distribution, 2001.
- CLARIDGE, J. The Planning and Control of Offshore Hook-up and Commissioning. **Society of Petroleum Engineers**, London, UK, p. 25-28, October 1982. ISSN SPE-12802-MS.
- COSTA, D. Plataforma Spar Buoy. **Universo do Petróleo**, 2010. Disponível em: <<http://www.universodopetroleo.com.br/2010/08/plataforma-spar-buoy.html>>. Acesso em: 2020.
- DACY, J. R.; HOLDURN, J. D. Offshore Production Facilities Design And Operation. **International Petroleum Exhibition and Technical Symposium of the Society of Petroleum Engineers**, Beijing, China, n. SPE 10007, p. 1-18, Março 1982.

HIPERESTÁTICA. Portfólio FPSO P-74 – Detalhamento das Estruturas Topsides. **HIPERESTÁTICA ENGENHARIA E PROJETOS LTDA**, 29 outubro 2016. Disponível em: <<https://hiperestatica.com/2016/10/29/portfolio-fpsop-74-detalhamento-das-estruturas-topsides/>>. Acesso em: junho 2020.

HORST, T. V. D. **Project procurement in the Oil and Gas industry**. Delf University of Technology. Amsterdam, p. 66. 2013.

HUSKY ENERGY. **White Rose Extension Project Wellhead Platform Concept Safety Analysis**. ARUP Canada Inc. Canada, p. 134. 2014.

IMIA WORKING GROUP. **Offshore Oil and Gas platforms**. The International Association of Engineering Insurers. [S.I.], p. 79. 2018.

KVALVAG, R. **Offshore Hook-up project management**. Faculty of Science and Technology (University of Stavanger). Stavanger, p. 66. 2014.

LAERCIO, M. F.; MARCELINO, L. G.; NEHEMIAS, C. P. Processo para remoção de ácido sulfídrico de biogás. **Engenharia Sanitária Ambiental**, v. 14, n. 2, p. 167-172, 2009.

LAPIDAIRE, P. J. M.; DE LEEUW, P. J. The Effect of Ship Motions on FPSO Topsides Design. **Offshore Technology Conference**, Houston, Texas, EUA, n. OTC 875, p. 1-10, 1996.

LIMA, C. J. T. **Processo de tomada de decisão em projetos de exploração e produção de petróleo no Brasil: Uma abordagem utilizando conjuntos nebulosos**. UFRJ. Rio de Janeiro, p. 151. 2003.

MAGAZINE WOOD GROUP MUSTANG AND OFFSHORE. MARINE MAMMAL COMMISSION. **Site da MARINE MAMMAL COMMISSION**, 2011. Disponível em: <<https://www.mmc.gov/priority-topics/offshore-energy-development-and-marine-mammals/offshore-oil-and-gas-development-and-marine-mammals/>>. Acesso em: March 2019.

MANUTENÇÃO&SUPRIMENTOS. Plataforma P-56 vai para Bacia de Campos. **Manutenção e Suprimentos**, 10 Maio 2018. Disponível em:

<<https://www.manutencaoesuprimentos.com.br/plataforma-p-56-vai-para-bacia-de-campos/>>. Acesso em: 1 junho 2020.

MOCKRIDGE, J. I.; AKHTAR, N. Offshore Topsides Facilities Optimization. **Journal of Canadian Petroleum**, Montreal, v. 25, p. 45-51, July 1986.

MORAIS, J. M. D. **Petróleo em águas profundas: Uma história tecnológica da PETROBRAS nas exploração e produção offshore.** Instituto de pesquisa Econômica Aplicada. Brasília , p. 424. 2013.

ONESUBSEA. Flexible configurations and designs, with one or more tie-in points. **OneSubsea A Schlumberger Company**, 2020. Disponivel em: <<https://www.onesubsea.slb.com/subsea-production-systems/subsea-manifold-systems/subsea-pipeline-tie-in-structures>>.

PAGE, J. S. **Estimator's Equipment Installation Man-Hour Manual.** 3. ed. Houston, Texas: Gulf Publishing Company, 1999a.

PAGE, J. S. **Estimator's Piping Man-Hour Manual.** 5. ed. Houston, Texas: Gulf Publishing Company, 1999b.

PETROBRAS. Nove plataformas que vão ampliar a produção de petróleo no Brasil. **Site da Petrobrás**, 21 Abril 2014. Disponivel em: <<https://petrobras.com.br/fatos-e-dados/nove-plataformas-que-vao-ampliar-a-producao-de-petroleo-no-brasil.htm>>. Acesso em: 2020.

PRASTHOFER, P. Offshore Production Facilities: Decommissioning of Topsides Production Equipment. **Decommissioning Workshop**, p. 38-47, September 1997.

RUIVO, F. D. M. **Descomissionamento de Sistemas de Produção Offshore.** Universidade Estadual de Campinas. Campinas , p. 185. 2001.

VISSE, F.; BROUWER, R. Executing Brownfield Projects. **Offshore Technology Conference** , Kuala Lumbur, Malaysia, p. 1-3, March 2014.

APÊNDICE A – DEFINIÇÃO DE PESSOAL OPERACIONAL HOOK-UP

Pessoal operacional	Descrição
Contramestre de Ajuste	Responsável por supervisionar equipes de trabalhadores que fabricam e montam sistemas de tubulação, incluem supervisionamento em seleção de materiais, tubos de corte e rosqueamento, teste de vazamentos, manutenção de ferramentas e suporte de tubos de solda.
Ajustador	Montagem de canos, tubos, conexões e equipamentos.
Soldador	Responsável por soldar tubos, junções, válvulas, e equipamentos em posição de instalação.
Contramestre de carregamento	Responsável por liderar equipes de trabalho e trabalhadores envolvidos no levantamento e movimentação de cargas, utilizando equipamentos operados por guindastes.
Carregador	Responsável pelo levantamento e locomoção de equipamentos.
Técnico de escalagem	Um técnico de acesso por corda trabalha em áreas de difícil acesso sem o benefício de um andaime ou plataforma de trabalho.
Instalador de estruturas	Técnicos de estrutura montam andaimes que permitem que outros trabalhadores atinjam os níveis mais altos de edifícios durante os projetos de construção, limpeza e reforma.
Técnico de Torque	Responsáveis por apertos em unidades aparafulantes.
Contramestre E&I	Supervisor responsável por gerenciar todos os aspectos da construção, instalação, manutenção e reparo de linhas elétricas.
Técnico E&I	Responsável pela construção, instalação, manutenção e reparo de linhas elétricas.
Técnico de hidrostática	Responsável por inspecionar todos os componentes instalados em linhas dutos e preparar sistemas para o comissionamento.
Técnicos NDT	Responsáveis pela operação de testes não destrutivos, como inspeção de soldas realizadas.
Líder de pré-comissionamento	Responsável pela verificação das linhas de tubulações antes do start-up.
Engenheiro de comissionamento	Responsável pelos testes de linhas de dutos antes da fase de comissionamento.
E&I precom foreman	Construção, instalação, manutenção e reparo de energia elétrica.
Eletricista	Responsável pela instalação e manutenção de equipamentos elétricos.
Mecânico	Responsável pela instalação e manutenção de equipamentos mecânicos.
Operador de guindaste	Operador de guindaste principal em convés
Bombeiro	Responsável pelo sistema de prevenção de incêndio
Técnico de prevenção	É o controlador responsável por garantir que está tudo bem com o plano de segurança dentro da infraestrutura offshore.
Operador de detecção vazamento	Responsável pelo teste de vazamento nas tubulações.
HUC Líder	Responsável por toda a compreensão do projeto (Design / análises / construção). O escopo do trabalho é verificado pelo líder em todas as etapas.
HU Preparador	Responsável por analisar desenhos isométricos, P&ID e outros documentos para fazer o escopo de trabalho contendo estimativas homens-hora.
QC Líder	Responsável pelo planejamento e metodologia de segurança offshore.
HU Superintendente	Responsável por garantir o escopo do trabalho e contratar a equipe produtiva.
Controlador de estoque	Responsável pelas boas condições de armazenamento da instalação.
Assistente de segurança	Responsável por garantir as instruções adequadas para preparar as permissões de trabalho.

APÊNDICE B – EXEMPLO DE CARTA DE SERVIÇO

Finalized By:
[REDACTED]

for [REDACTED] use only

JOB CARD

Rev: 0					
JOBCARD: SAA-PI-594-10-002		SYSTEM OWNER	HUC		
Platform [REDACTED]	DISCIPLINE: PIPING	[REDACTED]	a		
DATE: 06/11/2006	AREA: GAS LIFT TO WELL 110 OFFSHORE	PHASE: C1	RAISED BY :		
DESCRIPTION: INSTALL 2" GAS LIFT TO SA-WELL-14AU BETWEEN TF-59410-108 AND TP-59410-118					
ORDER	DETAILED DESCRIPTION OF WORK			TRADE	MAN-HR
1	INSTALLATION, LIFT AND POSITION THE PIPE SPOOLS			RIGGER	41
2	INSTALLATION, LIFT AND POSITION THE VALVES			RIGGER	10
3	INSTALL AND ALIGN THE PIPE SPOOLS			PIPEFITTER	14
4	BOLT UP 10 - 2" 1500LB FLANGES			PIPEFITTER	16
5	BOLT UP 1 - 2 1/16" 5000LB FLANGE			PIPEFITTER	5
6	BOLT UP 3 - 3/4" 1500LB FLANGES			PIPEFITTER	5
Special Instructions					
PHYSICAL PROGRESS MEASUREMENT					
Subrule	Wt. Factor	Comment	Plan Quantity	To Date Quantity	Progress
HANDLE/POSITION	45%	LIFT AND POSITION PIPE SPOOLS	100		
HANDLE/POSITION	11%	LIFT AND POSITION THE VALVES	100		
PREP/FIT/SET	15%	INSTALL & ALIGN PIPE SPOOLS & VALVES	100		
BOLT AND ALIGN	17%	BOLT UP 2" 1500LB FLANGES	100		
BOLT AND ALIGN	6%	BOLT UP 2 1/16" 5000LB FLANGE	100		
BOLT AND ALIGN	6%	BOLT UP 3/4" 1500LB FLANGES	100		
Progress to Date					
Crew Size					
Trade	Pref	Min	Max	Trade	Pref
PIPEFITTER	4	2	6	RIGGER	4
Documents					
NGSA-AGE-SA-LI-594-GN-7055D Rev. 0					
NGSA-AGE-SA-PD-610-B2-0003A (P+ID) Rev. 3					
Detailed Material Description					
Document: NGSA-AGE-SA-LI-594-GN-7055D Rev. 0					
Bolt, Stud, 3/4 Inch Dia X 5 Inch LG., A320 L7, GR. 2H - 2H Nuts, w/o Washers					
Remarks	NGSA-AGE-SA-LI-594-GN-7055D Rev. 0				
 SA-A-PI-594-10-Gas Lift to Well 110-002					

APÊNDICE B – EXEMPLO DE CARTA DE SERVIÇO (CONTINUAÇÃO)

Job Card Management System						
Remarks	for [REDACTED] use only					
Bolt, Stud, 7/8 Inch Dia X 6-1/4 Inch LG., A320 L7 GR. 2H - 2H Nuts, w/o Washers		4	40	EA	EA	MEDIUM BLUE
Remarks	NGSA-AGE-SA-LI-594-GN-7055D Rev. 0					
Gasket, RTJ Oval R14 3/4 Inch, ANSI 1500, Stainless Ring, Other		3	1	EA	EA	
Remarks	NGSA-AGE-SA-LI-594-GN-7055D Rev. 0					
Gasket, RTJ Oval R24 2 Inch, ANSI 1500, Stainless Ring, Other		2	5	EA	EA	
Remarks	NGSA-AGE-SA-LI-594-GN-7055D Rev. 0					
PLUG A350 LF2, Hex, 3/4 Inch, MNPT, 3000 LB, 0		1	1	EA	EA	
Remarks	NGSA-AGE-SA-LI-594-GN-7055D Rev. 0					
Document: NGSA-AGE-SA-LI-594-GN-7055E Rev. 0		10	8	EA	EA	MEDIUM BLUE
Bolt, Stud, 7/8 Inch Dia X 6-1/4 Inch LG., A320 L7, GR. 2H - 2H Nuts, w/o Washers	NOT ON THE MTO					
Remarks	NGSA-AGE-SA-LI-594-GN-7055E Rev. 0					
Gasket, RTJ Oval R24 2 1/16" Inch, API 5000, Stainless Ring, Other	NOT ON THE MTO	9	1	EA	EA	
Remarks	NGSA-AGE-SA-LI-594-GN-7055E Rev. 0					
Valve, Ball, Trunnion, FP, 2 Inch, 1500LB RTJ, Standard, 0 FBFB2		8	1	EA	EA	
Remarks	NGSA-AGE-SA-LI-594-GN-7055E Rev. 0					
Valve, Check, Water, 2 Inch, 1500LB RTJ, Standard, 0 FCYB2		7	1	EA	EA	
Remarks	NGSA-AGE-SA-LI-594-GN-7055E Rev. 0					
Bolt, Stud, 3/4 Inch Dia X 5 Inch LG., A320 L7, GR. 2H - 2H Nuts, w/o Washers		6	8	EA	EA	MEDIUM BLUE
Remarks	NGSA-AGE-SA-LI-594-GN-7055E Rev. 0					
Bolt, Stud, 7/8 Inch Dia X 6-1/4 Inch LG., A320 L7, GR. 2H - 2H Nuts, w/o Washers		5	32	EA	EA	MEDIUM BLUE
Remarks	NGSA-AGE-SA-LI-594-GN-7055E Rev. 0					
Bolt, Stud, 7/8 Inch Dia X 9-1/4 Inch LG., A320 L7, GR. 2H - 2H Nuts, w/o Washers		4	8	EA	EA	MEDIUM BLUE
Remarks	NGSA-AGE-SA-LI-594-GN-7055E Rev. 0					
Gasket, RTJ Oval R14 3/4 Inch, ANSI 1500, Stainless Ring, Other		3	2	EA	EA	
Remarks	NGSA-AGE-SA-LI-594-GN-7055E Rev. 0					
Gasket, RTJ Oval R24 2 Inch, ANSI 1500, Stainless Ring, Other		2	4	EA	EA	
Remarks	NGSA-AGE-SA-LI-594-GN-7055E Rev. 0					
PLUG A350 LF2, Hex, 3/4 Inch, MNPT, 3000 LB, 0		1	2	EA	EA	
Remarks	NGSA-AGE-SA-LI-594-GN-7055E Rev. 0					
Safety						
<input checked="" type="checkbox"/> PPE	<input checked="" type="checkbox"/> Old Work Permit	<input type="checkbox"/> Fire Extinguisher	<input checked="" type="checkbox"/> Fall Protection	<input type="checkbox"/> Marine Safety		
<input type="checkbox"/> Blind Isolation System	<input type="checkbox"/> Hot Work Permit	<input type="checkbox"/> Fire Watch	<input type="checkbox"/> Spark Protection	<input type="checkbox"/> Severe Weather Prep		
<input checked="" type="checkbox"/> Job Safety Analysis	<input checked="" type="checkbox"/> Barricades	<input type="checkbox"/> Diver Safety	<input type="checkbox"/> Simultaneously Drill	<input type="checkbox"/> Environmental Protection		
<input checked="" type="checkbox"/> Gas Leak Protection	<input type="checkbox"/> Lifting Plan	<input type="checkbox"/> Hazardous Material	<input checked="" type="checkbox"/> Weather Protection Required			
Safety Instruction						
Item Number	Equipment	Item Number	Equipment			



APÊNDICE C - APRESENTAÇÃO DE PROJETO ALTERNATIVO DE DESENVOLVIMENTO DE TOPSIDE

O projeto alternativo de desenvolvimento corresponde a atividades de *revamping*¹⁰ em um complexo offshore de águas rasas existente que necessita de modificações para o aumento de produção, com a conexão de novos poços. A infraestrutura de produção atual apresenta uma totalidade de 43 poços, perfurados e completados, e não possuem *slots* para o desenvolvimento de reversas adicionais remanescentes na região. Como já houve atividades de *revamping* no complexo offshore, foram descartadas as hipóteses de extensão de decks das plataformas de cabeça de poço, após as atividades de avaliação de carregamento estrutural da estrutura do complexo. Portanto a solução economicamente viável encontrada para viabilizar a produção de novos poços, foi instalar uma nova plataforma de cabeça de poço (wellhead platform) apenas para fornecimento de *slots* adicionais para a conexão de novos poços. A nova plataforma de cabeça de poço será instalada sem unidades de processamento. O projeto alternativo de desenvolvimento de topside proposto consiste em integrar a nova plataforma de cabeça de poço, fabricada à terra com mínima infraestrutura de processamento, com unidades de fornecimento de fluidos sobre *topside* de uma outra plataforma de cabeça de poço. Os fluidos produzidos pela nova plataforma serão levados e integrados a planta de processo da plataforma de produção para esse campo. Optou-se especificamente para esse projeto a *joint venture*¹¹ entre a Subsea 7 S.A e uma empresa de construção local Nigeriana, constituindo a Nigerdock. Portando a fabricação e instalação da nova plataforma de cabeça de poço será de responsabilidade da NigerStar7 e os serviços de integração do *topside* da plataforma serão de responsabilidade da Subsea 7 S.A. Serão estimados apenas serviços de responsabilidade da Subsea 7 S.A.

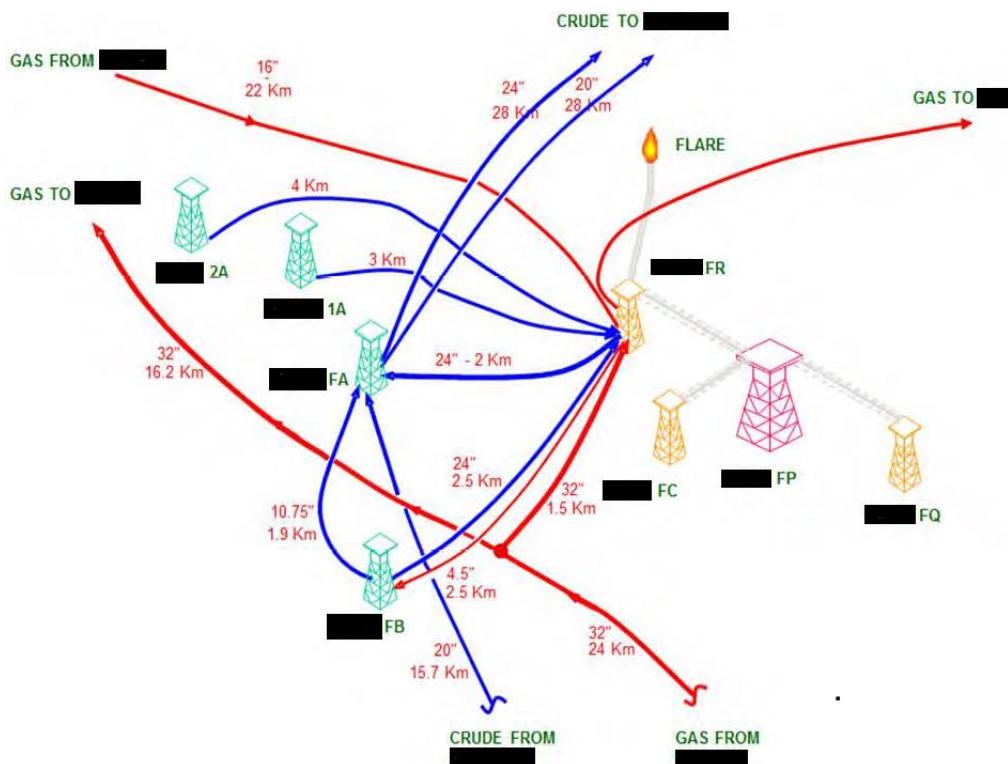
¹⁰ Revamping é a terminologia usada para projetos que consistem em modificar estruturas existentes. Substituindo equipamentos com mau funcionamento, estruturas enferrujadas ou trabalhos de condicionamento para o aumento de produção local.

¹¹ Joint venture tem como objetivo a união de duas ou mais empresas já existem, para a realização de uma atividade econômica por um determinado período, visando o lucro e outras motivações.

APÊNDICE C - APRESENTAÇÃO DE PROJETO ALTERNATIVO DE DESENVOLVIMENTO DE TOPSIDE (CONTINUAÇÃO)

As instalações do complexo offshore que constituem o projeto de desenvolvimento exploratório são localizadas aproximadamente a 45 quilômetros da costa sudoeste de Qua Iboe Terminal (Nigéria). As condições ambientais são moderadas e a lâmina de água para esta região é de aproximadamente 20 metros. A Figura 25 mostra a disposição geográfica para as plataformas que compõem o complexo de águas rasas de produção offshore. Para não expor o cliente, as células rasuradas em preto servem para a não identificação do nome das plataformas do campo de produção.

Figura 25 – Layout das instalações do complexo offshore para projeto alternativo de integração.



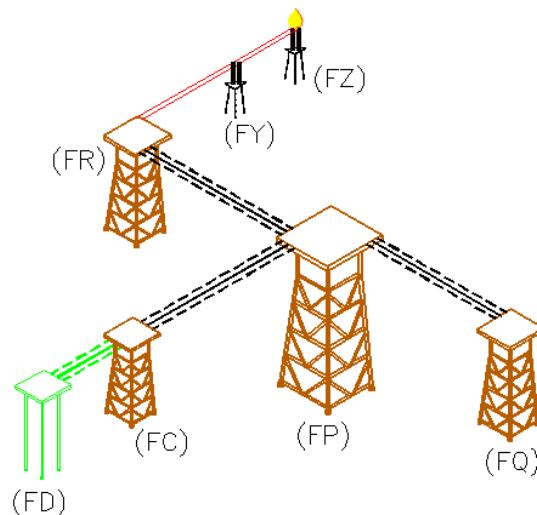
Fonte: Relatório de pesquisa de campo (Documento interno da Subsea 7 S. A¹²)

¹² Documento de inspeção de campo com termo de confidencialidade assinado pela Subsea 7 S.A

APÊNDICE C - APRESENTAÇÃO DE PROJETO ALTERNATIVO DE DESENVOLVIMENTO DE TOPSIDE (CONTINUAÇÃO)

A Figura 26 corresponde ao posicionamento geográfico da nova plataforma de cabeça de poço (FD) que será conectada na plataforma de cabeça de poço (FC) e integrada a plataforma de produção (FP).

Figura 26 – Nova plataforma (FD) integrada ao campo de produção.



Fonte: Relatório de pesquisa de campo (Documento interno da Subsea 7 S. A¹³)

O complexo de produção em águas rasas é constituído pelas seguintes plataformas:

- 1 plataforma de produção (FP);
- 1 plataforma de habitação (FQ);
- 2 plataformas de ancoragem de *risers* (FA e FR);
- 2 estruturas de *flare* (FY e FZ);
- 4 plataformas de cabeça de poço (FB, FC, 1A, 2A).

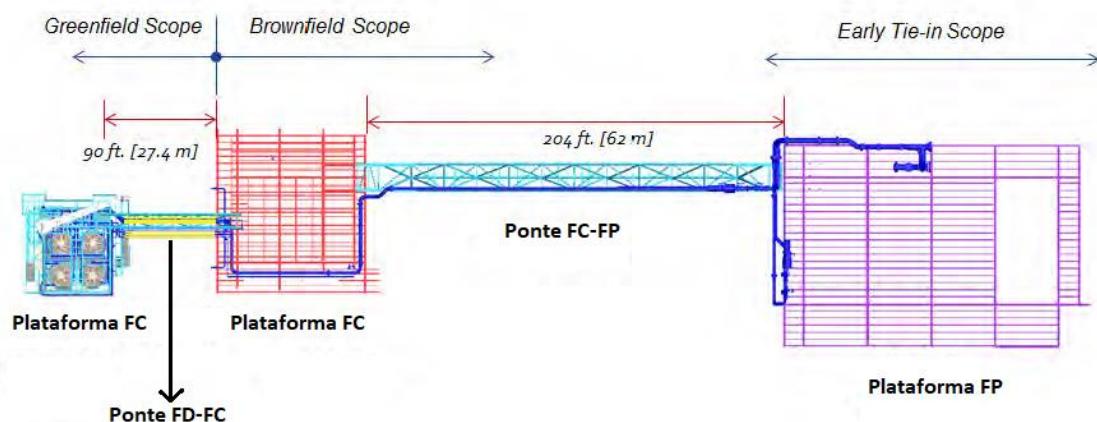
¹³ Documento de inspeção de campo com termo de confidencialidade assinado pela Subsea 7 S.A

APÊNDICE C - APRESENTAÇÃO DE PROJETO ALTERNATIVO DE DESENVOLVIMENTO DE TOPSIDE (CONTINUAÇÃO)

A nova plataforma de cabeça de poço (FD) conectará a produção de 12 novos poços. Como a plataforma foi projetada e instalada com mínimas unidades de produção, o escopo de trabalho de integração vai consistir em adaptar a plataforma de produção (FP) para receber a produção desses poços. Linhas de dutos para promover injeção e produção de fluidos, cruzaram as plataformas FD e FP.

A Figura 27 mostra a visão superior das plataformas FD, FC e FP. As plataformas são interligadas através de pontes estruturais que servem tanto para passagem de pessoal quanto para o cruzamento de linhas de dutos e cabeamento elétrico. A plataforma FD foi pré-conectada em pátio com a ponte FD-FC contendo pontos de tie-in (linhas amareladas) de dutos e cabeamentos elétricos. A extremidade ponte interligada com a plataforma FC, está pronta para receber a conexão de linhas de dutos para produção e injeção. Na Figura 27, as linhas em azul escuro (menos as linhas em azul escuro da plataforma FD) correspondem ao arranjo geográfico da instalação de diversas linhas de dutos, correspondendo ao trabalho de integração proposto para a integração da nova plataforma FD a partir dos pontos de tie-in em amarelos na ponte FD-FC com a plataforma de produção FP.

Figura 27 – Visão superior do complexo de instalação.



Fonte: Adaptado de relatório de pesquisa de campo (Documento interno da Subsea 7 S.A)

APÊNDICE C - APRESENTAÇÃO DE PROJETO ALTERNATIVO DE DE DESENVOLVIMENTO DE TOPSIDE (CONTINUAÇÃO)

A Tabela 34 ilustra os pacotes de atividades de integração de linhas de dutos e equipamentos E&I, para integrar a produção da plataforma FD, seguindo o plano de mobilização do relatório de inspeção em campo para o projeto.

Tabela 34 – Resumo de atividades de integração de *topside*

Atividades	Localização	Objetivo
Instalação de andaimes	Plataformas e pontes	Promover acesso seguro para toda as atividades de instalação futura.
Demolição e remoção de linhas de dutos (16" e 36") existentes na plataforma FP para conectar a produção de novos poços	Plataforma FP	O objetivo do trabalho de tie-in e remoção dessas linhas existentes, servirão para conectar em um mesmo fluxo até o sistema de separação de fluidos (tubulação de 28") a produção dos poços da plataforma FC e FD.
Tie-back de nova linha de duto (36") para conectar a linha de produção de 28" ao sistema de separação	Plataforma FP	A entrada do sistema de separação corresponde a um bocal de 36". A produção dos poços da plataforma FC apresentam linhas de dutos de 16" e a produção dos poços da nova plataforma apresentarão linhas de dutos de 20" (referente a pressão dos novos poços). Para isso as linhas de produção de 16" e 20" serão convergidas para uma linha de produção de 28".
Instalação de linha de produção de 28"	Plataforma FP	Interligar a produção dos poços com o sistema de separação de fluido.
Instalação de expansores 16"x 20"	Plataforma FP	para junção da produção das plataformas FC e FD.
Instalação de parte correspondente ao tie-in da nova linha de produção de 20"	Plataforma FP e ponte FC-FP	Os trabalhos de tie-in na plataforma FP servem para conectar a linha de separação com a nova linha de produção.
Instalação de linha de produção de 20"	Ponte FD-FC até plataforma FC	Unir o tie-in para a linha de dutos na ponte FD-FC com a linha de produção de 20" que passará pela plataforma FC.
Instalação de linha de produção de 20"	Ponte FC-FP	Unir a linha de tie-in de 20" da plataforma de produção FP até a intersecção da ponte FC-FP com a plataforma FC.
Interligação de linha de drenagem de fluido de 4"	Tie-in ponte FD-FC até junção da ponte FC-FP com plataforma FP	Interligar sistema de drenagem de fluido da plataforma FP com a plataforma FD.

Atividades	Localização	Objetivo
Instalação de linha de injeção de biocida de 1"	Tie-in ponte FD-FC até junção da ponte FC-FP com plataforma FP	Interligar sistema de injeção de fluido da plataforma FP até a plataforma FD.
Instalação de linha de injeção de inibidor de incrustação de 1"	Tie-in ponte FD-FC até junção da ponte FC-FP com plataforma FP	Interligar sistema de injeção de fluido da plataforma FP até a plataforma FD.
Instalação de linha de injeção de inibidor de corrosão de 1"	Tie-in ponte FD-FC até junção da ponte FC-FP com plataforma FP	Interligar sistema de injeção de fluido da plataforma FP até a plataforma FD.
Tie-in de sistema de interligação de gas lift de 4"	Plataforma FC	Preparar a plataforma FC para fornecimento de sistema de gas lift para a plataforma FD.
Instalação de linha de gas lift de 4"	Tie-in ponte FD-FC até plataforma FC	Interligação com sistema de gas lift da plataforma FC.
Instalação de linha de suprimento de ar de 2"	Tie-in ponte FD-FC até plataforma FC	Interligação com sistema de suprimento de ar da plataforma FC.
Instalação de linha de fornecimento de well stream de 6"	Tie-in ponte FD-FC até plataforma FC	Interligação com sistema de fornecimento de well stream da plataforma FC.
Instalação de linha de fornecimento de ventilação de 8"	Tie-in ponte FD-FC até plataforma FC	Interligação com sistema de fornecimento de ar da plataforma FC.
Instalação de linha de água para prevenção de incêndio de 8"	Tie-in ponte FD-FC até plataforma FC	Interligação com sistema de prevenção de incêndio da plataforma FC.
Instalação de diversos tipos de cabeamentos elétricos	Tie-in ponte FD-FC até plataforma FP	Fornecimento de energia e controle de equipamentos de instrumentação pré-instalados na plataforma FD.
Instalação de terminações de cabos para diversos diâmetros	-----	As terminações de cabos são usadas para unificar linhas de cabos longos.
Instalação de equipamentos de iluminação	Ponte FD-FC e Ponte FC-FP	Iluminar pontes.
Instalação de caixas de controle e conexão de cabeamentos	Tie-in ponte FD-FC até plataforma FP	Controle de cabeamento.
Instalação de rotas de passagem de cabos (cable trays)	Tie-in ponte FD-FC até plataforma FP	Promover acesso para passagem de cabo.

Fonte: Próprio Autor.

APÊNDICE D - ESTIMATIVA DE PESO PARA LINHAS DE DUTOS (*PIPING*)

Tabela 35 – Lista de atividades para estimativa de peso (toneladas).

Atividades de instalação de linhas de dutos	Extensão (metros)	Kg/Metro	Válvulas (Kg)	Estimativa (Toneladas)
Demolição de linha de 16”	25,5	286	-	7,3
Demolição de Tie-in de 36”	1,0	1250	-	1,3
Tie-back nova linha de 36”	1,0	1250	-	1,3
Instalação de linha de produção de 20” (ETI)	13,4	441	-	5,9
Instalação de linha de produção de 20”	89,0	441	0,66	39,3
Instalação de nova linha de 16”	1,8	286	0,01	0,5
Instalação de linha de produção de 28”	28,0	429	-	12,0
Instalação de linha de drenagem de fluido de 4”	88,1	22	0,02	1,9
Instalação de linha de 4” para <i>gas-lift</i>	16,8	22	0,23	0,4
Instalação de linha de 8” p/ prevenção de incêndio	23,5	43	0,58	1,0
Instalação de linha de ventilação de 8”	6,1	43	0,16	0,3
Instalação de linha de suprimento de ar de 2”	11,3	7	0,13	0,1
Instalação de linha de 6” para <i>well stream</i>	32,3	54	0,41	1,7
Instalação de linha de 1” p/ inibidor de incrustação	98,1	3	0,01	0,3
Instalação de linha de 1” p/ biocida	98,1	3	0,01	0,3
Instalação de linha de 1” p/ inibidor de corrosão	98,1	3	0,01	0,3
Total				73,5

Fonte: Próprio Autor.

APÊNDICE E - ESTIMATIVA DE PESO PARA EQUIPAMENTOS E&I

Tabela 36 - Lista de cabeamento elétrico proveniente da lista de MTO para o projeto

Tipo de cabo	Extensão (metros)	Número de condutores	Espessura	Estimativa (Toneladas)
Cabo de força de 0,6/1kV	486	2C	2AWG	0,67
Cabo de força de 0,6/1kV	1573	2C+1G	12AWG	0,86
Cabo de força de 0,6/1kV	77	2C+1G	8AWG	0,05
Cabo de força de 0,6/1kV	964	3C+1G	12AWG	0,59
Cabo de força de 0,6/1kV	637	3C	8AWG	0,67
Cabo de força de 0,6/1kV	880	3C+1G	2AWG	1,49
Cabo de força de 0,6/1kV	258	3C	2/0AWG	1,12
Cabo de força de 0,6/1kV	828	3C	3/0AWG	3,59
Cabo de força de 0,6/1kV	258	5C	14AWG	0,14
Cabo de força de 0,6/1kV	1432	7C	14AWG	0,93
Cabo para aterramento de 0,6/1kV	201			0,07
Total				10,18

Fonte: Próprio Autor

Tabela 37 - Equipamento de iluminação provenientes de lista de MTO para o projeto

Equipamento de iluminação	Unidades	Estimativa (toneladas)
3/4" Luminaria de teto	53	0,255
Lanterna de sinalização marítima	6	0,050
Total		0,305

Fonte: Próprio Autor

Tabela 38 - caixas de controle e conexões de cabeamento elétrico provenientes de lista de MTO para o projeto.

Caixa de controle	Unidades	Estimativa (toneladas)
Caixa de junção série c30	67	0,041
Total		0,041

Fonte: Próprio Autor

APÊNDICE E - ESTIMATIVA DE PESO PARA EQUIPAMENTOS E&I (CONTINUAÇÃO)

Tabela 39 - Lista de rotas de passagem para cabeamento elétrico proveniente da lista de MTO para o projeto

Rotas de passagem de cabos	Extensão (metros)	Estimativa (toneladas)
bandeja de cabeamento de 6"	40	0,14
bandeja de cabeamento de 12"	22	0,08
bandeja de cabeamento de 18"	36	0,15
bandeja de cabeamento de 24"	91	0,40
bandeja de cabeamento de 12" com curva horizontal (90°)	11	0,12
bandeja de cabeamento redutora de 18"/12"	4	0,05
bandeja de cabeamento redutora de 12"/6"	3	0,03
bandeja de cabeamento horizontal em "T" de 18"	2	0,02
bandeja de cabeamento horizontal em "T" de 6"	3	0,02
bandeja horizontal redutora em "T" de 24"/12"	2	0,02
bandeja horizontal expansiva em "T" de 12"/24"	2	0,02
bandeja de cabeamento vertical em "T" (cima) de 12"	2	0,02
bandeja de cabeamento vertical em "T" (baixo) de 12"	2	0,02
bandeja de cabeamento vertical em "T" (cima) de 6"	2	0,01
bandeja de cabeamento vertical em "T" (baixo) de 6"	3	0,01
cobertor de bandeja flangeado para cabeamento de 6"	70	0,09
cobertor de bandeja flangeado para cabeamento de 12"	99	0,18
cobertor de bandeja flangeado para cabeamento de 18"	35	0,04
cobertor de bandeja de 24"	3	0,01
cobertor de bandeja vertical de 12" curvada em 90°	3	0,01
cobertor de bandeja vertical (<i>outside</i>) de 6" curvada em 90°	2	0,01
cobertor de bandeja vertical (<i>inside</i>) de 6" curvada em 90°	2	0,01
cobertor de bandeja horizontal de 24" curvada em 90°	3	0,02
cobertor de bandeja vertical de 24" curvada em 90°	3	0,02
cobertor de bandeja horizontal de 16" curvada em 90°	6	0,03
cobertor de bandeja horizontal de 12" curvada em 90°	2	0,01
cobertor de bandeja horizontal de 6" curvada em 90°	2	0,01
Cobertor de bandeja vertical de 6" curvada em 90°	2	0,01
bandeja vertical (<i>outside</i>) de 24" curvada em 30°	2	0,01
bandeja vertical (<i>inside</i>) de 24" curvada em 30°	3	0,02
bandeja vertical (<i>outside</i>) de 12" curvada em 90°	3	0,01
bandeja vertical (<i>outside</i>) de 6" curvada em 90°	2	0,01
bandeja vertical (<i>inside</i>) de 6" curvada em 90°	2	0,01
bandeja horizontal de 18" curvada em 90°	2	0,01
bandeja horizontal de 12" curvada em 90°	3	0,03
bandeja horizontal de 6" curvada em 90°	4	0,07
Total		1,76

Fonte: Próprio Autor

APÊNDICE F - ESCOPO DE TRABALHO PARA TUBULAÇÕES

1. Zonas de instalações de andaimes para trabalhos nas plataformas;

Tabela 40 – Homens-hora para atividades de montagem e desmontagem de andaimes para trabalhos de instalação nas plataformas.

Descrição de Atividade	Localização	Volume (m³)	Homens-hora
Montagem de andaime	Plataforma FP	456	297
Montagem de andaime	Ponte FC-FP	2240	1457
Montagem de andaime	Plataforma FC	390	254
Desmontagem de andaime	Plataforma FP	456	178
Desmontagem de andaime	Ponte FC-FP	2240	874
Desmontagem de andaime	Plataforma FC	390	152
Total de homens-hora			3212

Fonte: Próprio autor

2. Demolição e remoção de linhas de tubulações de produção (hidrocarbonetos) existentes;

Tabela 41 – Homens-hora para atividades de demolição e remoção para linha de tubulação existente de 16" (polegadas).

Localização	Descrição de Atividade	Operações (Qt) ou Comprimento (m)	Homens-hora
Plataforma FP	Remoção de parafusos em flange cega de 16"	5 (Qt)	30
Plataforma FP	Desmontagem de linha de tubulação de 16"	25,5 (m)	196
Plataforma FP	Retirada de material de demolição de 16"	25,5 (m)	23
Total de homens-hora			249

Fonte: Próprio autor

Tabela 42 – Homens-hora para atividades de demolição e remoção de tie-in, cotovelo de 36" (polegadas) entre linha de entrada do separador e linha existente de 16" (polegadas).

Localização	Descrição de Atividade	Operações (Qt) ou Comprimento (m)	Homens-hora
Plataforma FP	Remoção de parafusos em flange cega de 36"	1 (Qt)	12
Plataforma FP	Remoção de parafusos em flange cega de 16"	1 (Qt)	6
Plataforma FP	Desmobilização de cotovelo (90°) de 36"	2,7 (m)	30
	Retirada de material de demolição	2,7 (m)	8
Total de homens-hora			56

Fonte: Próprio autor

APÊNDICE F - ESCOPO DE TRABALHO PARA TUBULAÇÕES

3. Instalação de nova linha de tubulações de 36" (polegadas) para conexão da linha de produção de 28";

Tabela 43 – Homens-hora para atividades da instalação de tie-back do novo cotovelo com conexões em "T" de 36" (polegadas)

Localização	Descrição de Atividade	Operações (Qt) Comprimento (m)	Homens-hora
Plataforma FP	Carregar e instalar tubulação (90° cotovelo + T) de 36"	5,5 m)	119
Plataforma FP	Alinhar flanges de junção e aparaafusar tubulação em	1 (Qt)	23
Plataforma FP	Operação de torque entre flange de 36" e flange de 28"	1 (Qt)	62
Plataforma FP	Alinhar flanges e pontos de solda no prolongador 36x28"	1 (m)	31
Plataforma FP	Operação de torque flange em flange de 36"	1 (Qt)	62
Plataforma FP	Alinhar flanges de junção da tubulação na posição de tie-in	1 (Qt)	31
Plataforma FP	Operação de torque flange em flange de 36"	1 (Qt)	62
Plataforma FP	Carregar e instalar na posição válvula global de 2"	1 (Qt)	3
Plataforma FP	Alinhar válvula na posição de instalação	2 (Qt)	5
Plataforma FP	Operação de torque flange em flange de 2"	2 (Qt)	10
Plataforma FP	Carregar e instalar trunnion de 24" em posição de instalação	1 (Qt)	23
Plataforma FP	Soldagem de trunnion de 24" em posição (tie-in)	1 (Qt)	119
Plataforma FP	Teste de radiografia de Soldagem em trunnion de 24"	1 (Qt)	8
Acréscimo de 10% de homens-hora para a instalação de suportes de tubulação			28
Total			584

Fonte: Próprio autor

APÊNDICE F - ESCOPO DE TRABALHO PARA TUBULAÇÕES

4. Instalação de nova linha de produção de 28" (polegadas) para conexões de novos poços;

Tabela 44 – Homens-hora para instalação de nova linha de produção de 28" (polegadas)

Localização	Descrição de Atividade	Operações (Qt) Comprimento (m)	Homens-hora
Plataforma FP	Carregar e instalar na posição, linha de tubulação A de 28"	11 (m)	254
Plataforma FP	Soldar linha A de 28" em linha de 36"	1 (Qt)	20
Plataforma FP	Operação de torque entre flange de 36" e flange de 28"	1 (Qt)	51
Plataforma FP	Carregar e instalar na posição, linha de tubulação B de 28"	4 (m)	96
Plataforma FP	Alinhar flanges de junção e soldar linha de 28", B em A	1 (Qt)	20
Plataforma FP	Operação de torque, flange em flange, linha B em linha A	1 (Qt)	51
Plataforma FP	Carregar e instalar na posição, linha de tubulação C de 28"	6 (m)	137
Plataforma FP	Alinhar flanges de junção e soldar linha de 28", C em B	1 (Qt)	20
Plataforma FP	Operação de torque, flange em flange, linha C em linha B	1 (Qt)	51
Plataforma FP	Carregar e instalar na posição, linha de tubulação D de 28"	4 (m)	90
Plataforma FP	Alinhar flanges de junção e soldar linha de 28", D em C	1 (Qt)	20
Plataforma FP	Operação de torque, flange em flange, linha D em linha C	1 (Qt)	51
Plataforma FP	Carregar e instalar na posição, linha de tubulação D de 28"	4 (m)	90
Plataforma FP	Alinhar flanges de junção e soldar linha de 28", D em C	1 (Qt)	20
Plataforma FP	Operação de torque, flange em flange, linha D em linha C	1 (Qt)	51
Plataforma FP	Carregar e instalar linha de teste com válvula global de $\frac{3}{4}$ "	2 (Qt)	1
Plataforma FP	Alinhar flanges de junção da linha de teste em posição	4 (Qt)	7
Plataforma FP	Torquear linha de teste em weldneck na linha D	4 (Qt)	14
Plataforma FP	Carregar e instalar válvula global de 6" na linha de teste	2 (Qt)	17
Plataforma FP	Alinhar flanges de junção da válvula de 6" na linha de teste	4 (Qt)	21
Plataforma FP	Torquear, flange em flange, válvula global de 6" na linha	4 (Qt)	42
Acréscimo de 10% de homens-hora para a instalação de suportes de tubulação			105
Total			1246

Fonte: Próprio autor

APÊNDICE F - ESCOPO DE TRABALHO PARA TUBULAÇÕES

5. Instalação de tubulação conectora de 16" (polegadas) para junção das linhas de produção de 16" e 20" (polegadas) em um único fluxo, linha de produção de 28" (polegadas);

Tabela 45 – Homens-hora para instalação do conector de 16"(polegadas) após a demolição da linha existente de 16" (polegadas)

Localização	Descrição de Atividade	Operações (Qt) Comprimento (m)	Homens-hora
Plataforma FP	Carregar e instalar na posição tubulação conectora de 16"	2,5 (m)	38
Plataforma FP	Alinhar flanges de junção de 16" na linha de 16" existente	2 (Qt)	37
Plataforma FP	Operação de torque (dois lados) flange em flange de 16"	2 (Qt)	74
Plataforma FP	Carregar e instalar na posição válvula global de 1"	1 (Qt)	2
Plataforma FP	Alinhar flanges de junção de 1" da válvula global na linha	2 (Qt)	6
Plataforma FP	Operação de torque, flange em flange de 1"	2 (Qt)	12
Plataforma FP	Pintura de toda linha de tubulação conectora de 16"	4,5 (m2)	1
Acréscimo de 10% de homens-hora para a instalação de suportes de tubulação			17
Total			187

Fonte: Próprio autor

APÊNDICE F - ESCOPO DE TRABALHO PARA TUBULAÇÕES

6. Instalação de linha de produção da nova plataforma de 20" (polegadas), operação de *early tie-in*;

Tabela 46 – Homens-hora para instalação da parte correspondente a operações de *early tie-in* da nova linha de produção de 20" e conexão na linha de produção de 28" (polegadas)

Localização	Descrição de Atividade	Operações (Qt) Comprimento (m)	Homens-hora
Plat. FP/ ponte FC-FP	Carregar e instalar em posição tubulação 10101A de 20"	9 (m)	183
Plat. FP/ ponte FC-FP	Alinhar flange de junção de 20x28"	1 (Qt)	19
Plat. FP/ ponte FC-FP	Operação de torque, flange em flange de 28"	1 (Qt)	38
Plat. FP/ ponte FC-FP	Carregar e instalar em posição tubulação 10101B de 20"	6 (m)	120
Plat. FP/ ponte FC-FP	Carregar e instalar válvula motor de operação de 20"	1 (Qt)	30
Plat. FP/ ponte FC-FP	Alinhar flanges de junção do motor A de 20" em 10101A	1 (Qt)	19
Plat. FP/ ponte FC-FP	Operação de torque, flange em flange de 20" em 10101A	1 (Qt)	38
Plat. FP/ ponte FC-FP	Carregar e instalar segunda válvula motor B de 20"	1 (Qt)	30
Plat. FP/ ponte FC-FP	Alinhar flanges de junção do motor de 20"	1 (Qt)	19
Plat. FP/ ponte FC-FP	Operação de torque flange em flange de 20"	1 (Qt)	38
Plat. FP/ ponte FC-FP	Alinhar flanges da linha 10101B e do motor B de 20"	1 (Qt)	19
Plat. FP/ ponte FC-FP	Operação de torque, flange em flange de 20" em 10101B	1 (Qt)	38
Plat. FP/ ponte FC-FP	Pintura de toda linha de produção de 20"	25 (m2)	5
Total			595

Fonte: Próprio autor

APÊNDICE F - ESCOPO DE TRABALHO PARA TUBULAÇÕES

7. Instalação da nova linha de produção de 20" (Polegadas), passando pela plataforma FC;

Tabela 47 – Homens-hora para instalação da tubulação de 20" (polegadas) plataforma FC

Localização	Descrição de Atividade	Operações (Qt) Comprimento (m)	Homens-hora
Ponte FD-FC	Carregar e instalar em posição tubulação 10101C de 20"	5,5 (m)	108
Plataforma FC	Alinhar e aparafusar flange de junção 10101C de 20"	1 (Qt)	19
Plataforma FC	Operação de torque flange em flange de 20" em 10101CB	1 (Qt)	33
Plataforma FC	Carregar e instalar em posição tubulação 10101D de 20"	7 (m)	146
Plataforma FC	Alinhar e aparafusar flange de junção 10101D de 20"	1 (Qt)	19
Plataforma FC	Operação de torque flange em flange de 20" em 10101DC	1 (Qt)	38
Plataforma FC	Carregar e instalar em posição tubulação 10101E de 20"	6 (m)	116
Plataforma FC	Alinhar e aparafusar flange de junção 10101E de 20"	1 (Qt)	19
Plataforma FC	Operação de torque flange em flange de 20" em 10101ED	1 (Qt)	38
Plataforma FC	Carregar e instalar em posição tubulação 10101F de 20"	6 (m)	116
Plataforma FC	Alinhar e aparafusar flange de junção 10101F de 20"	1 (Qt)	19
Plataforma FC	Operação de torque flange em flange de 20" em 10101FE	1 (Qt)	38
Plataforma FC	Carregar e instalar em posição tubulação 10101G de 20"	7 (m)	140
Plataforma FC	Alinhar e aparafusar flange de junção 10101G de 20"	1 (Qt)	19
Plataforma FC	Operação de torque flange em flange de 20" em 10101GF	1 (Qt)	38
Plataforma FC	Carregar e instalar em posição tubulação 10101H de 20"	6 (m)	116
Plataforma FC	Alinhar e aparafusar flange de junção 10101H de 20"	1 (Qt)	19
Plataforma FC	Operação de torque flange em flange de 20" em 10101HG	1 (Qt)	38
Plataforma FC	Carregar e instalar em posição tubulação 10101I1 de 20"	4 (m)	80
Plataforma FC	Carregar e instalar em posição tubulação 10101I2 de 20"	5 (m)	104
Plataforma FC	Soldar tubulações 10101I1 em 10101I2	1 (Qt)	64
Plataforma FC	Teste de radiografia em pontos de solda	1 (Qt)	6
Plataforma FC	Pintura de linha de produção de 20" instalada	60 (m2)	12
Acréscimo de 10% de homens-hora para a instalação de suportes de tubulação			134
Total			1476

Fonte: Próprio autor

APÊNDICE F - ESCOPO DE TRABALHO PARA TUBULAÇÕES

8. Instalação de segunda parte da linha de produção da nova plataforma de 20" (polegadas);

Tabela 48 – Homens-hora para instalação da tubulação de 20" (polegadas) na ponte de acesso a plataforma de produção (plataforma FP)

Localização	Descrição de Atividade	Operações (Qt) Comprimento (m)	Homens-hora
Ponte FC-FP	Carregar e instalar em posição tubulação 10101J de 20"	8 (m)	154
Ponte FC-FP	Alinhar e aparafusar flange de junção 10101J de 20"	1 (Qt)	19
Ponte FC-FP	Operação de torque flange em flange de 20" em 10101I	1 (Qt)	38
Ponte FC-FP	Carregar e instalar em posição tubulação 10101K de 20"	8 (m)	154
Ponte FC-FP	Operação de solda da tubulação de 20", 10101 K em J	1 (Qt)	64
Ponte FC-FP	Teste de radiografia na linha de 20", 10101 KJ, soldada	1 (Qt)	6
Ponte FC-FP	Carregar e instalar em posição tubulação 10101L de 20"	8 (Qt)	154
Ponte FC-FP	Operação de solda da tubulação de 20", 10101 L em K	1 (Qt)	64
Ponte FC-FP	Teste de radiografia na linha de 20", 10101 LK, soldada	1 (Qt)	6
Ponte FC-FP	Carregar e instalar em posição tubulação 10101M de 20"	8 (Qt)	154
Ponte FC-FP	Operação de solda da tubulação de 20", 10101 M em L	1 (Qt)	64
Ponte FC-FP	Teste de radiografia na linha de 20", 10101 ML, soldada	1 (Qt)	6
Ponte FC-FP	Carregar e instalar em posição tubulação 10101N de 20"	8 (Qt)	154
Ponte FC-FP	Operação de solda da tubulação de 20", 10101 N em N	1 (Qt)	64
Ponte FC-FP	Teste de radiografia na linha de 20", 10101 MN, soldada	1 (Qt)	6
Ponte FC-FP	Carregar e instalar em posição tubulação 10101O de 20"	5 (Qt)	122
Ponte FC-FP	Operação de solda da tubulação de 20", 10101 O em N	1 (Qt)	64
Ponte FC-FP	Teste de radiografia na linha de 20", 10101 ON, soldada	1 (Qt)	6
Ponte FC-FP	Carregar e instalar válvula de checagem de 20"	1 (Qt)	30
Ponte FC-FP	Alinhar e aparafusar flange de junção da válvula	2 (Qt)	38
Ponte FC-FP	Operação de torque flange em flange de 20"	2 (Qt)	76
Ponte FC-FP	Carregar e instalar válvula de shutdown de 20"	1 (Qt)	30
Ponte FC-FP	Alinhar e aparafusar flange de junção da válvula	1 (Qt)	19
Ponte FC-FP	Operação de torque flange em flange de 20"	1 (Qt)	38
Ponte FC-FP	Pintura de linha de produção de 20" instalada	71 (m2)	14
Total			1539

Fonte: Próprio autor

APÊNDICE F - ESCOPO DE TRABALHO PARA TUBULAÇÕES

9. Instalação de tubulação de 4"(polegadas) para sistema de drenagem;

Tabela 49 – Homens-hora para atividades de instalação da linha de 4" (polegadas) para o sistema de drenagem

Localização	Descrição de Atividade	Operações (Qt) Comprimento (m)	Homens-hora
Plataforma FC	Carregar e instalar em posição tubulação 8450A de 4"	3 (m)	8
Plataforma FC	Alinhar e aparafusar flange de junção 8450A de 4"	1 (Qt)	4
Plataforma FC	Operação de torque flange em flange de 4" em ponte FD	1 (Qt)	9
Plataforma FC	Carregar e instalar em posição tubulação 8450B de 4"	6 (m)	17
Plataforma FC	Alinhar e aparafusar flange de junção 8450B de 4"	1 (Qt)	4
Plataforma FC	Torque de flange em flange de 4", em tubulação 8450A	1 (Qt)	9
Plataforma FC	Carregar e instalar em posição tubulação 8450C de 4"	6 (m)	16
Plataforma FC	Alinhar e aparafusar flange de junção 8450C de 4"	1 (Qt)	4
Plataforma FC	Torque de flange em flange de 4", em tubulação 8450B	1 (Qt)	9
Plataforma FC	Carregar e instalar em posição tubulação 8450D de 4"	6 (m)	16
Plataforma FC	Alinhar e aparafusar flange de junção 8450D de 4"	1 (Qt)	4
Plataforma FC	Torque de flange em flange de 4", em tubulação 8450C	1 (Qt)	9
Plataforma FC	Carregar e instalar em posição tubulação 8450E de 4"	6 (m)	16
Plataforma FC	Alinhar e aparafusar flange de junção 8450E de 4"	1 (Qt)	4
Plataforma FC	Torque de flange em flange de 4", em tubulação 8450D	1 (Qt)	9
Plataforma FC	Carregar e instalar em posição tubulação 8450F de 4"	6 (m)	16
Plataforma FC	Alinhar e aparafusar flange de junção 8450F de 4"	1 (Qt)	4
Plataforma FC	Torque de flange em flange de 4", em tubulação 8450E	1 (Qt)	9
Plataforma FC	Carregar e instalar em posição tubulação 8450G de 4"	6 (m)	16
Plataforma FC	Alinhar e aparafusar flange de junção 8450G de 4"	1 (Qt)	4
Plataforma FC	Torque de flange em flange de 4", em tubulação 8450F	1 (Qt)	9
Acréscimo de 10% de homens-hora para a instalação de suportes de tubulação		20	
Ponte FC-FP	Carregar e instalar em posição tubulação 8450H de 4"	6 (m)	17
Ponte FC-FP	Alinhar e aparafusar flange de junção 8450H de 4"	1 (Qt)	4
Ponte FC-FP	Torque de flange em flange de 4", em tubulação 8450G	1 (Qt)	9
Ponte FC-FP	Carregar e instalar em posição tubulação 8450I de 4"	12 (m)	33
Ponte FC-FP	Alinhar e aparafusar flange de junção 8450I de 4"	1 (Qt)	4
Ponte FC-FP	Torque de flange em flange de 4", em tubulação 8450H	1 (Qt)	9
Ponte FC-FP	Carregar e instalar em posição tubulação 10101J de 20"	12 (m)	33
Ponte FC-FP	Operação de solda da tubulação de 20", 10101J em I	1 (Qt)	3
Ponte FC-FP	Teste de radiografia na linha de 20", 10101 JI, soldada	1 (Qt)	2
Ponte FC-FP	Carregar e instalar em posição tubulação 10101K de 20"	12 (m)	33
Ponte FC-FP	Operação de solda da tubulação de 20", 10101 K em J	1 (Qt)	3
Ponte FC-FP	Teste de radiografia na linha de 20", 10101 KJ, soldada	1 (Qt)	2
Ponte FC-FP	Carregar e instalar em posição tubulação 10101L de 20"	12 (m)	33
Ponte FC-FP	Operação de solda da tubulação de 20", 10101 L em K	1 (Qt)	3
Ponte FC-FP	Teste de radiografia na linha de 20", 10101 LK, soldada	1 (Qt)	2
Pintura de linha de 4"		31 (m2)	1
Total			403

Fonte: Próprio autor

APÊNDICE F - ESCOPO DE TRABALHO PARA TUBULAÇÕES

10. Instalação de tubulação de 1"(polegadas) para sistema de injeção de biocida;

Tabela 50 – Homens-hora para atividades de instalação de linha de biocida de 1" (polegada)

Localização	Descrição de Atividade	Operações (Qt) Comprimento (m)	Homens-hora
Plataforma FC	Carregar e instalar em posição tubulação 8764A de 1"	7 (m)	16
Plataforma FC	Alinhar e aparafusar flange de junção 8450A de 1"	1 (Qt)	3
Plataforma FC	Operação de torque flange em flange de 1" em ponte FD	1 (Qt)	5
Plataforma FC	Carregar e instalar em posição tubulação 8764B de 1"	19 (m)	42
Plataforma FC	Alinhar e aparafusar flange de junção 8764B de 1"	1 (Qt)	3
Plataforma FC	Torque de flange em flange de 1", em tubulação 8764A	1 (Qt)	5
Plataforma FC	Carregar e instalar em posição tubulação 8764C de 1"	10 (m)	22
Plataforma FC	Alinhar e aparafusar flange de junção 8764C de 1"	1 (Qt)	3
Plataforma FC	Torque de flange em flange de 1", em tubulação 8764B	1 (Qt)	5
Ponte FC-FP	Carregar e instalar em posição tubulação 8764D de 1"	7,5 (m)	17
Ponte FC-FP	Alinhar e aparafusar flange de junção 8764D de 1"	1 (Qt)	3
Ponte FC-FP	Torque de flange em flange de 1", em tubulação 8764C	1 (Qt)	5
Ponte FC-FP	Carregar e instalar em posição tubulação 8764E de 1"	13,5 (m)	30
Ponte FC-FP	Alinhar e aparafusar flange de junção 8764E de 1"	1 (Qt)	3
Ponte FC-FP	Torque de flange em flange de 1", em tubulação 8764D	1 (Qt)	5
Ponte FC-FP	Carregar e instalar em posição tubulação 8764F de 1"	13,5 (m)	30
Ponte FC-FP	Operação de solda da tubulação de 1", 8764F em E	1 (Qt)	2
Ponte FC-FP	Teste de radiografia na linha de 20", 10101 FE, soldada	1 (Qt)	2
Ponte FC-FP	Carregar e instalar em posição tubulação 8764G de 1"	13,5 (m)	30
Ponte FC-FP	Operação de solda da tubulação de 1", 8764G em F	1 (Qt)	2
Ponte FC-FP	Teste de radiografia na linha de 20", 10101 GF, soldada	1 (Qt)	2
Ponte FC-FP	Carregar e instalar em posição tubulação 8764H de 1"	13,5 (m)	30
Ponte FC-FP	Operação de solda da tubulação de 1", 8764H em G	1 (Qt)	2
Ponte FC-FP	Teste de radiografia na linha de 20", 10101 GH, soldada	1 (Qt)	2
Ponte FC-FP	Alinhar e aparafusar flange de junção de 1" 8764G	1 (Qt)	3
Ponte FC-FP	Torque de flange em flange de 1" no ponto de tie-in	1 (Qt)	5
Acréscimo de 10% de homens-hora para a instalação de suportes de tubulação		28	
	Pintura de linha de 1"	7,7 (m2)	0,1
	Total		300

Fonte: Próprio autor

APÊNDICE F - ESCOPO DE TRABALHO PARA TUBULAÇÕES

11. Instalação de tubulação de 1"(polegadas) para sistema de inibidor de incrustação;

Tabela 51 – Homens-hora para atividades de instalação de linha de inibidor de incrustação de 1"
(polegada)

Localização	Descrição de Atividade	Operações (Qt) Comprimento (m)	Homens-hora
Plataforma FC	Carregar e instalar em posição tubulação 8764A de 1"	7 (m)	16
Plataforma FC	Alinhar e aparafusar flange de junção 8450A de 1"	1 (Qt)	3
Plataforma FC	Operação de torque flange em flange de 1" em ponte FD	1 (Qt)	5
Plataforma FC	Carregar e instalar em posição tubulação 8764B de 1"	19 (m)	42
Plataforma FC	Alinhar e aparafusar flange de junção 8764B de 1"	1 (Qt)	3
Plataforma FC	Torque de flange em flange de 1", em tubulação 8764A	1 (Qt)	5
Plataforma FC	Carregar e instalar em posição tubulação 8764C de 1"	10 (m)	22
Plataforma FC	Alinhar e aparafusar flange de junção 8764C de 1"	1 (Qt)	3
Plataforma FC	Torque de flange em flange de 1", em tubulação 8764B	1 (Qt)	5
Ponte FC-FP	Carregar e instalar em posição tubulação 8764D de 1"	7,5 (m)	17
Ponte FC-FP	Alinhar e aparafusar flange de junção 8764D de 1"	1 (Qt)	3
Ponte FC-FP	Torque de flange em flange de 1", em tubulação 8764C	1 (Qt)	5
Ponte FC-FP	Carregar e instalar em posição tubulação 8764E de 1"	13,5 (m)	30
Ponte FC-FP	Alinhar e aparafusar flange de junção 8764E de 1"	1 (Qt)	3
Ponte FC-FP	Torque de flange em flange de 1", em tubulação 8764D	1 (Qt)	5
Ponte FC-FP	Carregar e instalar em posição tubulação 8764F de 1"	13,5 (m)	30
Ponte FC-FP	Operação de solda da tubulação de 1", 8764F em E	1 (Qt)	2
Ponte FC-FP	Teste de radiografia na linha de 20", 10101 FE, soldada	1 (Qt)	2
Ponte FC-FP	Carregar e instalar em posição tubulação 8764G de 1"	13,5 (m)	30
Ponte FC-FP	Operação de solda da tubulação de 1", 8764G em F	1 (Qt)	2
Ponte FC-FP	Teste de radiografia na linha de 20", 10101 GF, soldada	1 (Qt)	2
Ponte FC-FP	Carregar e instalar em posição tubulação 8764H de 1"	13,5 (m)	30
Ponte FC-FP	Operação de solda da tubulação de 1", 8764H em G	1 (Qt)	2
Ponte FC-FP	Teste de radiografia na linha de 20", 10101 GH, soldada	1 (Qt)	2
Ponte FC-FP	Alinhar e aparafusar flange de junção de 1" 8764G	1 (Qt)	3
Ponte FC-FP	Torque de flange em flange de 1" no ponto de tie-in	1 (Qt)	5
Acréscimo de 10% de homens-hora para a instalação de suportes de tubulação		28	
	Pintura de linha de 1"	7,7 (m2)	0,1
Total			300

Fonte: Próprio autor

APÊNDICE F - ESCOPO DE TRABALHO PARA TUBULAÇÕES

12. Instalação de tubulação de 1"(polegadas) para sistema de inibidor de corrosão;

Tabela 52 – Homens-hora para atividades de instalação de linha de inibidor de corrosão de 1"
(polegada)

Localização	Descrição de Atividade	Operações (Qt) Comprimento (m)	Homens-hora
Plataforma FC	Carregar e instalar em posição tubulação 8764A de 1"	7 (m)	16
Plataforma FC	Alinhar e aparafusar flange de junção 8450A de 1"	1 (Qt)	3
Plataforma FC	Operação de torque flange em flange de 1" em ponte FD	1 (Qt)	5
Plataforma FC	Carregar e instalar em posição tubulação 8764B de 1"	19 (m)	42
Plataforma FC	Alinhar e aparafusar flange de junção 8764B de 1"	1 (Qt)	3
Plataforma FC	Torque de flange em flange de 1", em tubulação 8764A	1 (Qt)	5
Plataforma FC	Carregar e instalar em posição tubulação 8764C de 1"	10 (m)	22
Plataforma FC	Alinhar e aparafusar flange de junção 8764C de 1"	1 (Qt)	3
Plataforma FC	Torque de flange em flange de 1", em tubulação 8764B	1 (Qt)	5
Ponte FC-FP	Carregar e instalar em posição tubulação 8764D de 1"	7,5 (m)	17
Ponte FC-FP	Alinhar e aparafusar flange de junção 8764D de 1"	1 (Qt)	3
Ponte FC-FP	Torque de flange em flange de 1", em tubulação 8764C	1 (Qt)	5
Ponte FC-FP	Carregar e instalar em posição tubulação 8764E de 1"	13,5 (m)	30
Ponte FC-FP	Alinhar e aparafusar flange de junção 8764E de 1"	1 (Qt)	3
Ponte FC-FP	Torque de flange em flange de 1", em tubulação 8764D	1 (Qt)	5
Ponte FC-FP	Carregar e instalar em posição tubulação 8764F de 1"	13,5 (m)	30
Ponte FC-FP	Operação de solda da tubulação de 1", 8764F em E	1 (Qt)	2
Ponte FC-FP	Teste de radiografia na linha de 20", 10101 FE, soldada	1 (Qt)	2
Ponte FC-FP	Carregar e instalar em posição tubulação 8764G de 1"	13,5 (m)	30
Ponte FC-FP	Operação de solda da tubulação de 1", 8764G em F	1 (Qt)	2
Ponte FC-FP	Teste de radiografia na linha de 20", 10101 GF, soldada	1 (Qt)	2
Ponte FC-FP	Carregar e instalar em posição tubulação 8764H de 1"	13,5 (m)	30
Ponte FC-FP	Operação de solda da tubulação de 1", 8764H em G	1 (Qt)	2
Ponte FC-FP	Teste de radiografia na linha de 20", 10101 GH, soldada	1 (Qt)	2
Ponte FC-FP	Alinhar e aparafusar flange de junção de 1" 8764G	1 (Qt)	3
Ponte FC-FP	Torque de flange em flange de 1" no ponto de tie-in	1 (Qt)	5
Acréscimo de 10% de homens-hora para a instalação de suportes de tubulação		28	
	Pintura de linha de 1"	7,7 (m2)	0,1
Total			300

Fonte: Próprio autor

APÊNDICE F - ESCOPO DE TRABALHO PARA TUBULAÇÕES

13. Instalação de *early tie-in* na plataforma FC de tubulação de 4"(polegadas) para futura instalação de sistema de fornecimento de *gas lift* para a plataforma FD;

Tabela 53 – Homens-hora para atividades de instalação de linha de 4" (polegada) para sistema de fornecimento de *gas lift* (*early tie-in*)

Localização	Descrição de Atividade	Operações (Qt) Comprimento (m)	Homens-hora
Plataforma FC	Carregar e instalar em posição tubulação 12101A de 4"	4 (m)	17
Plataforma FC	Alinhar e aparaafusar flange de junção 12101A de 4"	1 (Qt)	4
Plataforma FC	Torque flange em flange de 4" no ponto de tie-in em FC	1 (Qt)	9
Plataforma FC	Carregar e instalar em posição tubulação 12101B de 4"	4 (m)	17
Plataforma FC	Alinhar e aparaafusar flange de junção 12101B de 4"	1 (Qt)	4
Plataforma FC	Operação de torque flange em flange de 4", 12101B em A	1 (Qt)	9
Plataforma FC	Alinhar e aparaafusar flange de junção 12101B de 4", tie-in	1 (Qt)	4
Plataforma FC	Torque flange em flange de 4" no ponto de tie-in 55400-06	1 (Qt)	9
Plataforma FC	Carregar e instalar em posição tubulação 12101C de 4"	1 (m)	5
Plataforma FC	Carregar e instalar em posição válvula global de 4"	1 (Qt)	5
Plataforma FC	Alinhar flange de junção 12101B de 4" com válvula global	1 (Qt)	4
Plataforma FC	Torque flange em flange de 4" de válvula em 12101B	1 (Qt)	9
Plataforma FC	Alinhar flange de junção 12101C de 4" com válvula global	1 (Qt)	4
Plataforma FC	Torque flange em flange de 4" de válvula em 12101C	1 (Qt)	9
Plataforma FC	Carregar e instalar em posição segunda válvula G. de 4"	1 (Qt)	5
Plataforma FC	Alinhar flange de junção 12101C de 4" com válvula global	1 (Qt)	4
Plataforma FC	Torque flange em flange de 4" de válvula em 12101C	1 (Qt)	9
Plataforma FC	Alinhar cotovelo com válvula global de 4"	1 (Qt)	4
Plataforma FC	Torque flange em flange de 4" de válvula em 12101C	1 (Qt)	9
Acréscimo de 10% de homens-hora para a instalação de suportes de tubulação		14	
	Pintura de linha de 4"	3,2 (m2)	0,1
	Total		153

Fonte: Próprio autor

APÊNDICE F - ESCOPO DE TRABALHO PARA TUBULAÇÕES

14. Instalação de tubulação de 4"(polegadas) para sistema de fornecimento de gas *lift* para a plataforma FD;

Tabela 54 – Homens-hora para atividades de instalação de linha de 4" (polegada) para sistema de fornecimento de gas *lift*

Localização	Descrição de Atividade	Operações (Qt) Comprimento (m)	Homens-hora
Plataforma FC	Carregar e instalar em posição tubulação 3147A1 de 4"	3,5 (m)	14
Plataforma FC	Alinhar e aparafusar flange de junção 3147A1 de 4"	1 (Qt)	4
Plataforma FC	Operação de torque flange em flange de 4" em ponte FD	1 (Qt)	9
Plataforma FC	Carregar e instalar em posição tubulação 3147A2 de 4"	3,5 (m)	13
Plataforma FC	Operação de solda da tubulação de 4", 3147A1 em A2	1 (Qt)	6
Plataforma FC	Teste de radiografia na linha de 4", 3147A	1 (Qt)	2
Plataforma FC	Carregar e instalar em posição tubulação 3147B de 4"	6 (m)	26
Plataforma FC	Alinhar e aparafusar flange de junção 3147B de 4"	1 (Qt)	4
Plataforma FC	Operação de torque flange em flange de 4" 3147B em A	1 (Qt)	9
Plataforma FC	Carregar e instalar em posição tubulação 3147C de 4"	6 (m)	28
Plataforma FC	Alinhar e aparafusar flange de junção 3147C de 4"	1 (Qt)	4
Plataforma FC	Operação de torque flange em flange de 4" 3147C em B	1 (Qt)	9
Plataforma FC	Alinhar e aparafusar flange de junção 3147C de 4"	1 (Qt)	4
Plataforma FC	Operação de torque flange em flange de 4" no <i>Manifold</i>	1 (Qt)	9
Acréscimo de 10% de homens-hora para a instalação de suportes de tubulação			28
	Pintura de linha de 4"	6,5 (m2)	0,3
Total			155

Fonte: Próprio autor

APÊNDICE F - ESCOPO DE TRABALHO PARA TUBULAÇÕES

15. Instalação de linha de suprimento de ar de 2" (polegadas) para a nova plataforma FD;

Tabela 55 – Homens-hora para atividades de instalação para linha de 2" (polegada) de fornecimento de ar para plataforma FD

Localização	Descrição de Atividade	Operações (Qt) Comprimento (m)	Homens-hora
Plataforma FC	Carregar e instalar em posição de tubulação 4065A de 2"	0,6 (m)	2
Plataforma FC	Alinhar e aparaafusar flange de junção 4065A de 2"	1 (Qt)	1
Plataforma FC	Operação de torque flange em flange de 2" em ponte FD	1 (Qt)	4
Plataforma FC	Carregar e instalar em posição de tubulação 4065B de 2"	10 (m)	26
Plataforma FC	Alinhar e aparaafusar flange de junção 4065B de 2"	1 (Qt)	1
Plataforma FC	Operação de torque flange em flange de 2", 4065B em A	1 (Qt)	4
Plataforma FC	Alinhar flange de junção 4065B de 2" no ponto de tie-in	1 (Qt)	1
Plataforma FC	Operação de torque flange em flange de 2", tie-in	1 (Qt)	4
Acréscimo de 10% de homens-hora para a instalação de suportes de tubulação			4
	Pintura de linha de 2"	1,6 (m2)	0,04
Total			47

Fonte: Próprio autor

APÊNDICE F - ESCOPO DE TRABALHO PARA TUBULAÇÕES

16. Instalação de linha de *well stream* de 6" (polegadas);

Tabela 56 – Homens-hora para atividades de instalação para linha de *well stream* de 6" (polegada) para plataforma FD

Localização	Descrição de Atividade	Operações (Qt) Comprimento (m)	Homens-hora
Plataforma FC	Carregar e instalar em posição tubulação 10201A de 6"	6 (m)	33
Plataforma FC	Alinhar flange de junção de 6" em ponto de tie-in	1 (Qt)	5
Plataforma FC	Operação de torque flange em flange de 6"	1 (Qt)	11
Plataforma FC	Carregar e instalar em posição tubulação 10201B de 6"	6 (m)	32
Plataforma FC	Alinhar flange de junção 10201B de 6"	1 (Qt)	5
Plataforma FC	Operação de torque flange em flange de 6", 10201A em B	1 (Qt)	11
Plataforma FC	Carregar e instalar em posição tubulação 10201C de 6"	6 (m)	32
Plataforma FC	Alinhar flange de junção 10201C de 6"	1 (Qt)	5
Plataforma FC	Operação de torque flange em flange de 6", 10201B em C	1 (Qt)	11
Plataforma FC	Carregar e instalar em posição tubulação 10201D de 6"	6 (m)	32
Plataforma FC	Alinhar flange de junção 10201D de 6"	1 (Qt)	5
Plataforma FC	Operação de torque flange em flange de 6", 10201C em D	1 (Qt)	11
Plataforma FC	Carregar e instalar em posição tubulação 10201E de 6"	19 (m)	106
Plataforma FC	Alinhar flange de junção 10201E de 6"	1 (Qt)	5
Plataforma FC	Operação de torque flange em flange de 6", 10201D em E	1 (Qt)	11
Plataforma FC	Carregar e instalar em posição tubulação 10201F de 6"	5 (Qt)	30
Plataforma FC	Alinhar flange de junção 10201F de 6"	1 (Qt)	5
Plataforma FC	Operação de torque flange em flange de 6", 10201E em F	1 (Qt)	11
Plataforma FC	Alinhar flange de junção 10201E de 6" em ponto de tie-in	1 (Qt)	5
Plataforma FC	Operação de torque flange em flange de 6"	1 (Qt)	11
Acréscimo de 10% de homens-hora para a instalação de suportes de tubulação		38	
Ponte FC-FP	Pintura de linha de 6" instalada	23 (m2)	1
Total			414

Fonte: Próprio autor

APÊNDICE F - ESCOPO DE TRABALHO PARA TUBULAÇÕES

17. Instalação de tubulação de 8" para instalação da linha de ventilação para fornecimento de ar para a plataforma FD;

Tabela 57 – Homens-hora para atividades de instalação de linha de ventilação de 8" (polegada) para plataforma FD

Localização	Descrição de Atividade	Operações (Qt) Comprimento (m)	Homens-hora
Plataforma FC	Carregar e instalar em posição tubulação ETI 4065 de 6"	6 (m)	22
Ponte FD	Alinhar flange de junção ETI 4065 de 8" em ponto de tie-in	1 (Qt)	4
Ponte FD	Operação de torque flange em flange de 8", ETI 4065	1 (Qt)	11
Plataforma FC	Carregar e instalar em posição válvula global de 8"	1 (Qt)	0
Plataforma FC	Alinhar flange de junção da válvula de 8" no tie-in	2 (Qt)	8
Plataforma FC	Operação de torque flange em flange de 8"	2 (Qt)	21
Plataforma FC	Carregar e instalar em posição tubulação 4065 de 8"	8 (m)	31
Plataforma FC	Alinhar flange de junção 4065 de 8"	1 (Qt)	6
Plataforma FC	Operação de torque flange em flange de 8"	1 (Qt)	15
Plataforma FC	Alinhar flange de junção ETI4065 de 8" com tub. 4065	1 (Qt)	6
Plataforma FC	Operação de torque flange em flange de 8"	1 (Qt)	15
Acréscimo de 10% de homens-hora para a instalação de suportes de tubulação			14
Plataforma FC	Pintura de linha de 8" instalada	12 (m2)	1
Total			154

Fonte: Próprio autor

APÊNDICE F - ESCOPO DE TRABALHO PARA TUBULAÇÕES

18. Instalação de tubulação de 8" para instalação de linha de água para sistema de prevenção de incêndio para a plataforma FD;

Tabela 58 – Homens-hora para atividades de instalação de linha de água para sistema de prevenção de incêndio para a plataforma FD

Localização	Descrição de Atividade	Operações (Qt) Comprimento (m)	Homens-hora
Ponte FD	Carregar e instalar em posição tubulação 19101A de 8"	7 (m)	26
Ponte FD	Alinhar flange de junção de 8" em ponto de tie-in	1 (Qt)	5
Ponte FD	Operação de torque flange em flange de 8", no tie-in	1 (Qt)	11
Plataforma FC	Carregar e instalar em posição tubulação 19101B de 8"	7 (m)	25
Plataforma FC	Alinhar flange de junção 10201B de 8"	1 (Qt)	5
Plataforma FC	Operação de torque flange em flange de 8", 19101A em B	1 (Qt)	11
Plataforma FC	Carregar e instalar em posição válvula gaveta de 8"	1 (Qt)	6
Plataforma FC	Alinhar flange de junção de válvula gaveta de 8" na linha	1 (Qt)	5
Plataforma FC	Operação de torque flange em flange de 8", linha 19101B	1 (Qt)	11
Plataforma FC	Carregar e instalar em posição tubulação 19101C de 8"	5 (m)	19
Plataforma FC	Alinhar flange de junção 10201C de 8"	1 (Qt)	5
Plataforma FC	Torque flange em flange de 8", 19101C em válvula de 8"	1 (Qt)	11
Plataforma FC	Alinhar flange de junção 19101C de 8" em ponto de tie-in	1 (Qt)	5
Plataforma FC	Torque de flange em flange de 8", 19101C em tie-in	1 (Qt)	11
Plataforma FC	Carregar e instalar em posição tubulação 19101D de 8"	7 (m)	25
Plataforma FC	Alinhar flange de junção 10201D de 8" com 10201A	1 (Qt)	5
Plataforma FC	Operação de torque flange em flange de 8", 19101D em A	1 (Qt)	11
Plataforma FC	Carregar e instalar em posição válvula gaveta de 8"	1 (Qt)	6
Plataforma FC	Alinhar flange de válvula gaveta de 8" na linha 19101D	1 (Qt)	5
Plataforma FC	Operação de torque flange em flange de 8"	1 (Qt)	11
Plataforma FC	Carregar e instalar em posição tubulação 19101E de 8"	4 (m)	15
Plataforma FC	Alinhar flange de junção 10201E de 8" com válvula de 8"	1 (Qt)	5
Plataforma FC	Operação de torque flange em flange de 8"	1 (Qt)	11
Plataforma FC	Alinhar flange de junção de 8" em ponto de tie-in	1 (Qt)	5
Plataforma FC	Operação de torque flange em flange de 8", no tie-in	1 (Qt)	11
Acréscimo de 10% de homens-hora para a instalação de suportes de tubulação			27
Ponte FC-FP	Pintura de linha de 8" instalada	20 (m2)	2
Total			293

Fonte: Próprio autor

APÊNDICE G - ESCOPO DE TRABALHO PARA EQUIPAMENTOS E&I

19. Instalação de cabeamento elétrico para fornecimento de energia para a plataforma FP;

Tabela 59 – Homens-hora para atividades de cabeamento elétrico para fornecimento de energia para a plataforma FD, a partir da plataforma de produção (FP)

Tipo de cabo	Quantidade (m)	Número de condutores	Espessura	Homens-hora
Cabo de força de 0,6/1 kV	486	2C	2AWG	281,88
Cabo de força de 0,6/1 kV	1573	2C+1G	12AWG	314,6
Cabo de força de 0,6/1 kV	77	2C+1G	8AWG	18,48
Cabo de força de 0,6/1 kV	964	3C+1G	12AWG	173,52
Cabo de força de 0,6/1 kV	637	3C	8AWG	254,8
Cabo de força de 0,6/1 kV	880	3C+1G	2AWG	281,6
Cabo de força de 0,6/1 kV	258	3C	2/0AWG	216,72
Cabo de força de 0,6/1 kV	828	3C	3/0AWG	794,88
Cabo de força de 0,6/1 kV	258	5C	14AWG	46,44
Cabo de força de 0,6/1 kV	1432	7C	14AWG	486,88
Aterramento de cabo de força	201		2AWG	100,5
Total				2970

Fonte: Próprio autor

20. Instalação de equipamentos de iluminação;

Tabela 60 – Homens-hora para atividades de instalação de equipamentos de iluminação

Descrição do material	Quantidade (Qt)	Homens-hora
2.1-3/4" Ceilling Type	53	212
2.2-Maxlummina Marine Signal	6	9,6
Total		222

Fonte: Próprio autor

APÊNDICE G - ESCOPO DE TRABALHO PARA EQUIPAMENTOS E&I

21. Instalação de terminações de cabos;

Tabela 61 – Homens-hora para atividades de instalação de terminação de cabeamento elétrico

Quantidade de terminações	Número de condutores	Espessura	Homens-hora
2	1C	2AWG	2,8
2	2C	2AWG	4,4
1	2C + 1G	8AWG	2,62
53	2C + 1G	12AWG	139
3	3C	3/0 AWG	13,5
4	3C + 1G	2 AWG	24
7	3C + 1G	6 AWG	18,4
57	3C + 1G	12 AWG	171
1	5C	14 AWG	2,2
5	7C	14 AWG	14
Total			392

Fonte: Próprio autor

22. Instalação de caixas de controle e conexões de cabeamento elétrico;

Tabela 62 – Homens-hora para atividades de instalação de caixas para conexões de cabeamento elétrico.

Descrição do material	Quantidade (Qt)	Homens-hora
3.2-Junction Box series c30	58	58
3.14-Junction Box 35	2	2
3.15-Junction Box 35	2	2
3.16-Junction Box 35	5	5
Total		67

Fonte: Próprio autor

APÊNDICE G - ESCOPO DE TRABALHO PARA EQUIPAMENTOS

E&I

23. Instalação de bandejas para passagem de cabos (*Cable tray*);

Tabela 63 – Homens-hora para atividades de instalação de bandejas para passagem de cabos.

Material de instalação (1 metro de comprimento padrão)	Quantidade (Qt)	Homens-
5.1 Instalação de bandeja de cabeamento de 6"	40	36,92
5.2 Instalação de bandeja de cabeamento de 12"	22	25,74
5.3 Instalação de bandeja de cabeamento de 18"	36	51,48
5.4 Instalação de bandeja de cabeamento de 24"	91	153,79
5.5 Instalação de bandeja de cabeamento de 12" com curva horizontal (90°)	3	3,51
5.6 Instalação de bandeja de cabeamento de 12" com curva horizontal (90°)	6	5,538
5.7 Instalação de bandeja de cabeamento de 12" com curva horizontal (90°)	2	3,38
5.8 Instalação de bandeja de cabeamento redutora de 18"/12"	4	5,72
5.9 Instalação de bandeja de cabeamento redutora de 12"/6"	3	3,51
5.10 Instalação de bandeja de cabeamento horizontal em "T" de 18"	2	2,86
5.11 Instalação de bandeja de cabeamento horizontal em "T" de 6"	3	2,769
5.12 Instalação de bandeja horizontal redutora em "T" de 24"/12"	2	3,38
5.13 Instalação de bandeja horizontal expansiva em "T" de 12"/24"	2	2,86
5.14 Instalação de bandeja de cabeamento vertical em "T" (cima) de 12"	2	2,34
5.15 Instalação de bandeja de cabeamento vertical em "T" (baixo) de 12"	2	2,34
5.16 Instalação de bandeja de cabeamento vertical em "T" (cima) de 6"	2	1,846
5.17 Instalação de bandeja de cabeamento vertical em "T" (baixo) de 6"	3	2,769
5.26 Instalação de cobertor de bandeja flangeado para cabeamento de 6"	43	8,6
5.27 Instalação de cobertor de bandeja flangeado para cabeamento de 12"	22	4,4
5.28 Instalação de cobertor de bandeja flangeado para cabeamento de 18"	40	12
5.29 Instalação de flange cobertor de bandeja de 24"	99	29,7
5.30 Instalação de cobertor de bandeja vertical de 12" curvada em 90°	3	0,6
5.31 Instalação de cobertor de bandeja vertical (<i>outside</i>) de 6" curvada em 90°	3	0,6
5.32 Instalação de cobertor de bandeja vertical (<i>inside</i>) de 6" curvada em 90°	3	0,6
5.33 Instalação de cobertor de bandeja horizontal de 24" curvada em 90°	2	0,6
5.34 Instalação de cobertor de bandeja vertical de 24" curvada em 90°	2	0,6
5.35 Instalação de cobertor de bandeja horizontal de 16" curvada em 90°	3	0,9
5.36 Instalação de cobertor de bandeja horizontal de 12" curvada em 90°	3	0,6
5.37 Instalação de cobertor de bandeja horizontal de 6" curvada em 90°	6	1,2
5.38 Instalação de cobertor de bandeja vertical de 6" curvada em 90°	2	0,4
5.39 Instalação de bandeja vertical (<i>outside</i>) de 24" curvada em 30°	2	3,38
5.40 Instalação de bandeja vertical (<i>inside</i>) de 24" curvada em 30°	2	3,38
5.41 Instalação de bandeja vertical (<i>outside</i>) de 12" curvada em 90°	2	2,34
5.42 Instalação de bandeja vertical (<i>outside</i>) de 6" curvada em 90°	3	2,769
5.43 Instalação de bandeja vertical (<i>inside</i>) de 6" curvada em 90°	3	2,769

Material de instalação (1 metro de comprimento padrão)	Quantidade (Qt)	Homens-
5.44 Instalação de bandeja vertical (<i>outside</i>) de 24" curvada em 90°	2	3,38
5.45 Instalação de bandeja vertical (<i>inside</i>) de 24" curvada em 90°	2	3,38
5.46 Instalação de bandeja horizontal de 24" curvada em 90°	2	3,38
5.47 Instalação de bandeja horizontal de 18" curvada em 90°	3	4,29
5.48 Instalação de bandeja horizontal de 12" curvada em 90°	3	3,51
5.49 Instalação de bandeja horizontal de 6" curvada em 90°	4	3,692
Total		408

Fonte: Próprio autor



MÉTODO PARA ESTIMATIVA HOMENS-HORA NA DETERMINAÇÃO DE PESSOAS A BORDO PARA OPERAÇÕES EM TOPSIDES

Diego Rizzo

Orientador: Prof. Dr. Ricardo Cabral de Azevedo

Artigo Sumário referente à disciplina PMI1096 – Trabalho de Formatura para Engenharia de Petróleo II
Este artigo foi preparado como requisito para completar o curso de Engenharia de Petróleo na Escola Politécnica da USP.

Template versão 2018v11.

Resumo

O arranjo de uma plataforma, seja ela projetada para a exploração em águas rasas, profundas ou ultra profundas, é segmentada em módulos de produção, tratamento e processos que constituem fisicamente o *topside*. Montagem e integração de *topside* é o nome atribuído para as atividades que compõem as instalações de equipamentos e conexões de dutos sobre *topsides* de plataformas de petróleo, visando a integração do sistema marítimo e da planta de processos em superfície. O objetivo deste trabalho é construir uma moda amostral com base nas atividades realizadas com maior frequência para a estimativa de conteúdo de trabalho necessária à montagem e integração de módulos de *topsides*, através do método de estimativa homens-hora por tonelada de material instalado. Para a validação do modelo em homens-hora por toneladas será proposto em paralelo um modelo de validação de atividades em Excel, utilizando um banco de dados com manuais digitalizados de conteúdo de trabalho usados para a elaboração de cartas de serviços para montagem e integração de *topsides*. Os manuais digitalizados permitirão elaborar, de forma rápida, listas de atividades com estimativas homens-hora atreladas aos operários responsáveis por elas, facilitando a elaboração de cartas de serviço de trabalho. Para o teste do modelo homens-hora por toneladas feito com a moda amostral para atividades em *topsides* frequentemente realizadas, utilizaremos um projeto instalado pela Subsea 7 S.A para este estudo. Dessa forma, foram criadas rotinas de trabalho para as atividades de instalação do projeto, do mesmo modo que o peso dos materiais instalados serão estimados. Os resultados validados demonstraram que a moda amostral homens-hora (HH) por toneladas auxiliam na previsão de orçamento de horas para a integração de *topside*.

Abstract

The increase of *offshore* hydrocarbon exploration activities in the world has made intensive the manufacturing of platforms that provide infrastructure to enable the production of exploratory fields under development. An offshore exploration project consists of platform installation and maritime systems that aim to connect wells - previously drilled and completed - through *subsea*'s units (risers, christmas trees, gas pipelines, oil pipelines). The arrangement of a platform - whether designed for exploration in shallow, deep or ultra-deep waters - is partitioned into modules of production, treatment and process plant that physically form the *topside*. Hook-up of topside is the name given to the activities that consists the assemble and integration of equipment and piping connections on *topsides* of oil platforms in order to integrate the maritime system and the process plant on surface. This researcher aims to build a frequency sample model based on the activities most accomplished to estimate work content needed in assemble and

integration of topside modules through an estimation method based on man-hour per tons of installed material. For model validation in man-hour (MH) per tons, it will be proposed a model of activities validation in Excel utilizing a database of work content handbooks, in man-hours, used by offshore services companies in the elaboration of labor services letters (job cards) for topsides. The handbooks database will allow a quick establishment of activities lists based on man-hour estimations, linked to the employee in charge of those activities, easing up the elaboration of labor services letters. For testing the man-hour (MH) per tons model made by the frequency of topsides activities most realized, it will be used a project installed by Subsea 7 S.A on the matter. Thus, it will be created a work routine for the activities of project installation just as it will be determined the weight of installed materials for each installed system to the model application in tons. The results show that the sample of frequency activities for man-hour per tons are helpful on forecasting the mobilization and integration of *topside* projects.

1. Introdução

Denomina-se *topside* o conjunto de sistemas localizados acima do convés da plataforma, inclui a planta de processamento, utilidades e alojamento. *Topsides* podem ser classificados através da sua composição física estrutural, sendo classificados em integrados, híbridos ou modulares. A configuração modular é usada na concepção de grandes *topsides*, com alta carga (peso) agregada. O *topside*, neste caso, é subdividido em módulos (*containers*) que são constituídos por unidades de processamento pré-instaladas em terra para facilitar o serviço de instalação e elevação de estruturas, para comissionamento em mar (PRASTHOFER, 1997).

O desenvolvimento de um projeto típico para uma plataforma de produção *offshore* de óleo e gás é composta por várias fases: projeto, fabricação, instalação, atividades para montagem e integração e comissionamento da infraestrutura de *topside*. Teoricamente, os módulos de *topsides* são fabricados à terra de acordo com a concepção do projeto, de modo que o trabalho offshore seja reduzido à conexão das interfaces dos módulos, seguido pelo comissionamento final do sistema (CLARIDGE, 1982). Isso quer dizer que o escopo de trabalho total de instalação pode ser definido antes do início das atividades de fabricação e montagem e integração. O volume de trabalhos de integração e comissionamento é influenciado pelas decisões tomadas na concepção do projeto. A disponibilidade de leito *offshore* limita estritamente a força de realização de trabalhos de integração e conexão de sistemas de instalação, portanto, impõe uma grande restrição no cronograma de construção. Além da limitação do leito *offshore*, o número de pessoal operacional embarcado é restrito por normais de segurança e práticas operacionais, portanto o planejamento de fabricação de estruturas e integração de módulos à terra são essenciais para a redução de pessoal de instalação para o projeto (CLARIDGE, 1982).

Um escopo de trabalho para montagem e integração (*hook-up*) é preparado para cada sistema de instalação de *topsides*, junto com um procedimento de comissionamento desenvolvido para incluir: descrição do sistema, detalhamento de atividades de integração e estimativas de mão de obra. Os escopos de trabalho são usados para preparar a execução de atividades com estimativas homens-hora preestabelecidas. As estimativas preliminares devem conter a evolução (passo-a-passo) das atividades, horas de trabalho produtivos e tempos de trabalhos não produtivos. Uma rede de trabalhos para o projeto de integração de *topside* pode ser desenhada com base nos escopos de trabalho para vários sistemas de instalação. A rede pode apresentar mais de 1000 atividades que dividem o projeto de integração (CLARIDGE, 1982). A formação de uma equipe experiente vai agir diretamente em métodos previsionais de tempo de execução para todas as atividades de montagem e integração de *topside*, garantindo que todo o projeto avance conforme ao planejamento de seu escopo de trabalho. Uma equipe *hook-up* e comissionamento bem equilibrada conterá pessoas que estiveram presentes em fases de design e planejamento, além de pessoas com experiência real de trabalho offshore (CLARIDGE, 1982).

Cada carta de serviço é incluída em pacotes de trabalhos, adicionados junto a eles, estimativas homens- hora, listas de materiais e cópias de desenhos técnicos relativos às atividades. O pacote de trabalho é usado para instruir a equipe produtiva de como o trabalho deve ser realizado. Além de fornecer todas as informações necessárias para realização do trabalho, o pacote também fornece os meios básicos de planejamento e controle, para a supervisão no local. Usando as restrições de cronograma para a execução da rede de trabalhos, juntamente com as restrições detalhadas da superfície de trabalho, como o acesso as instalações, as equipes produtivas podem executar os trabalhos em cronogramas de curto prazo (BENDIKSEN e YOUNG, 2015). O progresso de atividades *hook-up* é medido semanalmente em termos de trabalhos concluídos. A conclusão dos trabalhos pode ser agregada, usando estimativas homens-hora como meio de ponderação para atualizar a rede de trabalho do projeto. Os resultados para conclusão da rede de trabalhos podem ser usados para programar novos planos de gerenciamento futuros (CLARIDGE, 1982).

O tempo de execução de cada atividade de montagem e integração dos módulos de *topsides* em território *offshore* é determinante no dimensionamento do número ótimo de operários necessários, segmentados em classes de responsabilidades, para a realização de tarefas específicas. A má visualização dos problemas que as condições *offshore* podem e devem apresentar no momento da instalação, causam erros de dimensionamento de operários para as atividades previamente determinadas, assim, atrasam todo o andamento da instalação. Nessas condições torna-se inviável solicitar a troca da população em alto-mar presente na embarcação, por fatores logísticos e de custos de mobilização. Por essa razão, a indústria passou a adotar ferramentas de planejamento e controle de projeto. Homens-hora são fundamentais para a composição do plantel de operários embarcados, com base em horas de trabalho humano para a realização de tarefas e atividades de trabalho de instalação. Dessa forma, o planejamento e controle de execução de atividades são essenciais para que os processos na instalação sejam realizados da forma mais eficiente possível, levando em consideração o tempo exato de início e o término para cada operação.

A partir dos registros de projetos, manuais de estimativas de tempo de operações para atividades que compunham as instalações de equipamentos, instrumentação elétrica (E&I) e dutos foram elaborados. Através dos manuais de estimativas homens-hora para atividades de instalação sobre *topside*, criados com base na experiência de engenheiros sêniores no controle e execução de atividades, é possível na atualidade acompanhar o avanço das instalações de integração de módulos em *topside* e criar programações semanais para a execução de atividades, com base no cálculo da quantidade de operários colaboradores necessários para a realização de cada tarefa a partir das homens-hora determinadas para o projeto. A utilização desses manuais revolucionou o mercado de instalação *offshore*, diminuindo consideravelmente a diferença nas horas orçadas em fase de elaboração de projeto para daquelas observadas no final da instalação do projeto. A utilização destes manuais aumentou a competitividade entre empresas prestadoras de serviço de construção *offshore*.

Com a alta demanda de serviços de instalação sobre *topside*, há uma tendência atual entre as empresas de construção *offshore* para previsão rápida na estimativa de homens-hora para projetos, sem a necessidade de programar e descrever em detalhes as atividades que compõem as instalações (cartas de serviços). Com os manuais, engenheiros de instalação podem programar quaisquer tipos de atividades para qualquer sistema instalado com uma boa margem previsional. Pelo fato da concepção das cartas de serviços serem complexas e demandarem grande tempo de planejamento e elaboração para a descrição em detalhes de cada etapa de atividade que compõem instalações, é proposto um método de estimativa para rápida determinação de homens-hora envolvidas na instalação.

2. Objetivo

O objetivo deste trabalho é desenvolver um modelo de determinação preliminar para o cálculo de conteúdo de trabalho, em homens-hora por toneladas, utilizando parâmetros frequentemente observados em projetos para a integração de sistemas sobre *topsides*.

Como teste de aplicação para este estudo, foi proposto um projeto de integração de *topside* (em fase de licitação dentro da empresa *Subsea 7 S.A.*) para a validação dos coeficientes em homens-hora por toneladas (HH/t) desenvolvidos para atividades de integração de dutos, equipamentos e instrumentação elétrica E&I.

3. Metodologia

Conforme exposto nos objetivos, o presente trabalho visa desenvolver um modelo de determinação preliminar para o cálculo de conteúdo de trabalho, em homens-hora por toneladas, necessário para montagem e integração de módulos de *topside*. Para auxiliar e acelerar o processo de formação de listas de conteúdo de trabalho para pacotes de serviços de instalação e integração sobre *topsides*, será proposto a integração de um banco de dados com sistema de validação em Excel para as atividades provenientes dos manuais de estimativas homens-hora para sistemas de instalação sobre *topsides* (linhas de tubos, equipamentos e instrumentação elétrica E&I).

Os manuais homens-hora para estimativas de trabalho desenvolvidos para fabricação e integração de linhas de dutos, conexão e integração de equipamentos, e instalação de equipamentos E&I são constituídos por horas produtivas de trabalhos. As horas de trabalho apresentadas nesses manuais caracterizam a composição de trabalhos para a equipe produtiva direta. Foram utilizados no desenvolvimento desse estudo os manuais elaboradores para fabricação & integração de linhas de dutos e conexão & integração de equipamentos, referidos em Page (1999a) e Page (1999b). Para as atividades que relacionam a instalação de equipamentos E&I, foi utilizado um manual interno desenvolvido com base na experiência da Subsea 7 S.A.

O estudo iniciou-se pela compreensão das atividades de integração que compunham a montagem em alto-mar de cada sistema sobre *topsides*. A composição do banco de dados foi constituída com base na dependência de informantes para dutos, equipamentos e instrumentação elétrica. Não cabe aqui descrever todas as atividades contidas nos sistemas integrados, portanto será apresentado apenas as atividades de integração para dutos. A demonstração das atividades de integração para equipamentos e instrumentação elétrica E&I estão à disposição dos interessados na documentação adicional deste estudo.

3.1 Composição de banco de dados e planilha de validação

O estudo iniciou-se pela compreensão das atividades de integração que compunham a montagem em alto-mar de cada sistema sobre *topsides*. A composição do banco de dados foi constituída com base na dependência de informantes para dutos, equipamentos e instrumentação elétrica. Não cabe aqui descrever todas as atividades contidas nos sistemas integrados, portanto a demonstração das atividades de integração para equipamentos e instrumentação elétrica E&I estão à disposição dos interessados na documentação adicional deste estudo.

3.2 Análise de projetos de instalação e estimativas homens-hora por toneladas (HH/t)

Foi tomado como ponto de partida deste estudo analisar projetos passados de integração e instalação de *topsides*, incluindo as respectivas cartas de rastreamento de serviços, para a compreensão das atividades comumente realizadas em operações que envolvem a instalação de sistemas que compõem módulos de *topsides*. Foram analisados dois projetos de integração de *topsides*, instalados na Nigéria pela Subsea 7 S.A, envolvendo a integração de módulos de *piperack*, *flare*, *laydown*, compressão e processamento de fluidos; Comprando serviços de instalação de instrumentação E&I, equipamentos (filtros, compressores, separadores...) e dutos para interligação de fluidos produzidos com a planta de processamento. Com base nesses projetos e com o auxílio dos manuais de homens-hora utilizados como referência a este estudo, foram classificadas as atividades de instalação frequentemente realizadas à cada sistema, assim como, diâmetros e espessuras de dutos mais utilizados, equipamentos mais instalados, e respectivas composições de atividades para sua instalação. Com a lista de atividades e parâmetros frequentemente observados, podemos compor uma amostra em homens-hora por toneladas de material instalado à cada sistema.

A Tabela 1 apresenta a seleção de atividades frequentemente realizadas em alto-mar para a integração de dutos. São relacionados os operários diretos responsáveis pela execução de cada atividade e as respectivas unidades de medida em homens-hora encontradas em Page (1999b).

Tabela 1 – composição de atividades comumente realizadas para dutos

Atividades para dutos	Unidades	Operários
Manuseio e montagem de dutos pré-fabricados	HH/pés	Ajustadores/Carregadores
Conexões de acessórios e válvulas em linha	HH/operação	Ajustadores
Instalar flanges de conexões	HH/operação	Ajustadores/Soldadores
Aparafusar junções e válvulas em linha	HH/operação	Técnicos de torque
Solda manual de tubos	HH/operação	Soldadores
Corte em chama de dutos	HH/operação	Ajustadores
Pré-aquecimento	HH/operação	Soldadores
Alívio de stress local	HH/operação	Técnicos NDT
Inspeção radiográfica	HH/operação	Técnicos NDT
Teste hidrostático	HH/operação	Técnicos NDT
Teste de vazamento de tubulação	HH/operação	Técnicos NDT
Pintura	HH/Pés ²	Técnicos de isolamento

Com referência aos projetos instalados, observou-se que para a montagem e integração de dutos em módulos de *topsides* os diâmetros para dutos mais utilizados nas infraestruturas modulares são entre 4” até 24” para espessuras de 60 até 160 SCH (Schedule), considerando tubos de aço carbono. Com base nas estimativas de peso para cada duto, utilizando o manual Cauvin (2001), foi possível atribuir uma estimativa geral de 200 Kg/metro para os dutos selecionados. Logo, para atividades de instalação que correspondem à estimativas em homens-hora por quantidades de operações realizadas, foi observado nos projetos como referência a este estudo, o número de operações realizadas à cada 5 metros de linhas de dutos (*piping*), caracterizando uma tonelada em média, e com isso possibilitando a conversão de estimativas em homens-hora por quantidade de operações realizadas para o parâmetro de estimativas em homens-hora por toneladas de dutos instalados.

4. Resultados

A presente seção mostra com base na composição da moda, para os parâmetros selecionados em projeto, as respectivas estimativas homens-hora por toneladas para cada sistema.

4.1 Estimativas homens-hora por toneladas (HH/t)

Com a seleção das atividades realizadas com maior frequência em ambiente *offshore* à cada sistema (dutos, equipamentos e instrumentação elétrica E&I), foi possível extrapolar utilizando os parâmetros encontrados em projetos, coeficientes em unidades de homens-hora por toneladas para a realização de um escopo de trabalho para operações frequentemente realizadas em alto-mar para a integração de cada sistema. A Tabela 2 apresenta os coeficientes em unidades homens-hora por toneladas.

Tabela 2 – Homens-hora (totais) por toneladas de sistemas instalados.

Dutos	HH/t	Instrumentação E&I	HH/t	Equipamentos	HH/t
Manuseio e montagem de dutos pré-fabricados	34,60	Instalação de equipamentos elétricos	167	Manuseio e montagem de equipamentos	44
Conexões de acessórios e válvulas em linha	11,5	Instalação de equipamentos de instrumentação	145	Alinhamento de equipamentos	11
Instalar flanges de conexões	33,6	Instalação de equipamentos de baixa corrente	210	Soldagem	25
Aparafusar junções e válvulas em linha	16,7	Instalação de rotas de cabos	33	Instalação de sistema de isolação	9
Solda manual de tubos (Butt weld)	14,6	Instalação de cabos e conduits	883		
Corte em chama de dutos	1,9	Instalação de terminações de cabos	400		
Pré-aquecimento	4,8	Testes	158		
Alívio de stress local	6,6				
Inspeção radiográfica	2,4				
Teste hidrostático	1,6				
Pintura	10				
Teste de vazamento de fluídos	1,6				
Total	140	Total	285	Total	89
Instalação de andaimes	10	Instalação de andaimes	10	Instalação de andaimes	10

5. Conclusão

O planejamento e controle de horas de trabalho para atividades de *hook-up* sobre *topsides*, são determinantes para o dimensionamento adequado de população *offshore* para a instalação de um projeto. Os coeficientes estatísticos do modelo homens-hora por toneladas foram testados com a criação de listas de pacotes de serviços, utilizando a planilha de validação em Excel, para o projeto de aplicação de desenvolvimento alternativo de *topside*. Como o projeto alternativo de desenvolvimento não consistiu na instalação de equipamentos, não foi possível testar o coeficiente HH/t referentes aos equipamentos. O modelo estatístico apresentou um erro de + 1,7% em relação as horas de trabalho estimadas com as listas de pacotes de serviços de instalação. Foi atestado que o modelo estatístico é útil para estimativas previsionais de horas de trabalho para serviços de instalação de *topsides*.

6. Referências

BENDIKSEN, T.; YOUNG, G. **Commissioning of Offshore Oil and Gas Projects:** The Manager's Handbook. 2. ed. Bloomington, Indiana: Authorhouse, 2015.

CAUVIN, T. **Matériel pétrole:** Piping Equipment. Le Havre, France: Tec & Doc Distribution, 2001.

CLARIDGE, J. The Planning and Control of Offshore Hook-up and Commissioning. **Society of Petroleum Engineers,** London, UK, p. 25-28, October 1982. ISSN SPE-12802-MS.

PAGE, J. S. **Estimator's Equipment Installation Man-Hour Manual.** 3. ed. Houston, Texas: Gulf Publishing Company, 1999a.

PAGE, J. S. **Estimator's Piping Man-Hour Manual.** 5. ed. Houston, Texas: Gulf Publishing Company, 1999b.

PRASTHOFER, P. Offshore Production Facilities: Decommissioning of Topside Production Equipment. **Decommissioning Workshop,** p. 38-47, September 1997.